COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 NOVEMBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouvelle méthode de préparation des carbures par l'action du carbure de calcium sur les oxydes.* Note de M. **Henri Moissan.**

« En dehors de son action si curieuse sur l'eau, le carbure de calcium ne semble pas présenter un grand nombre de dédoublements.

» Nous avons indiqué cependant, dans notre première étude sur ce sujet, qu'il se conduisait comme un réducteur énergique (1). Il peut fournir, grâce à cette propriété, de nouveaux composés par double réaction, mais à la condition d'être mis en contact de corps liquides ou d'être

(1) H. Moissan, *Préparation au four électrique d'un carbure de calcium cristallisé, propriétés de ce nouveau corps* (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 501).

amené lui-même à l'état de fusion par une élévation suffisante de température (1).

» Les expériences suivantes en donneront quelques exemples :

» *Préparation du carbure d'aluminium.* — Si l'on chauffe au four électrique un mélange à parties égales d'alumine et de carbure de calcium, on obtient un culot fondu présentant une cassure cristalline très nette.

» On peut distinguer à l'œil nu, dans cette matière fondue, de grandes lamelles jaunes du carbure d'aluminium C^3Al^4, mélangées de cristaux de carbure de calcium. Il est facile de mettre en évidence l'existence de ce carbure d'aluminium en décomposant le tout par l'eau.

» L'excès de carbure de calcium est détruit rapidement avec dégagement d'acétylène, puis la décomposition lente des paillettes jaunes, produit du gaz méthane. Si l'on prend assez d'eau pour maintenir en solution toute la chaux formée par la décomposition du carbure de calcium, on recueille des cristaux jaunes lentement décomposables par l'eau avec dégagement de méthane. C'est bien là, ainsi que nous l'avons démontré précédemment, le plus important des caractères du carbure d'aluminium :

$$C^3Al^4 + 12H^2O = 3CH^4 + 2[Al^2(OH)^6].$$

» Après la décomposition complète du carbure d'aluminium par l'eau, on a caractérisé l'alumine hydratée qui s'était formée (2).

» Cette expérience établit donc que le carbure de calcium en fusion décompose l'alumine avec formation de carbure d'aluminium et de chaux. Cette chaux est ensuite ramenée à l'état de carbure par le charbon du creuset. Nous allons démontrer que cette réaction est générale et s'étend à un grand nombre d'oxydes.

» *Carbure de manganèse.* — On a chauffé au four électrique différents mélanges, en proportions variables, de carbure de calcium et d'oxyde de manganèse Mn^3O^4, en faisant prédominer l'un ou l'autre des deux composés.

» Dans tous les cas, nous avons obtenu du carbure de manganèse en globules fondus disséminés dans du carbure de calcium en fusion.

---

(1) Avec les oxydes facilement réductibles, la décomposition par le carbure de calcium se produit sans fusion. Un mélange d'oxyde de cuivre ou d'oxyde de plomb et de carbure de calcium se réduit au rouge sombre, avec formation d'oxyde de calcium et de métal.

(2) Dans quelques-unes de nos expériences nous avons rencontré, au milieu du mélange de carbures, de petits globules d'aluminium.

» Lorsque l'on traite les globules métalliques par l'eau, il se produit, tout d'abord, un faible dégagement d'acétylène dû à une très petite quantité de carbure de calcium qu'ils contiennent, mais, après quelques instants, ils fournissent un dégagement très lent et régulier de méthane et d'hydrogène à volumes égaux, dégagement qui est caractéristique du carbure de manganèse :

$$CMn^3 + 6H^2O = 3[Mn(OH)^2] + CH^4 + H^2.$$

» *Carbure de chrome.* — Ce carbure se prépare très bien cristallisé et avec facilité, de la façon suivante : on mélange parties égales (200^{gr} environ) de sesquioxyde de chrome et de carbure de calcium. Le tout est chauffé pendant cinq minutes dans le four électrique avec un courant de 900 ampères et 45 volts. On obtient ainsi, sous une couche de carbure de calcium en fusion, un culot métallique bien rassemblé recouvert d'aiguilles cristallines de carbure de chrome.

» Nous avons démontré précédemment que le chrome pouvait donner deux carbures bien définis de formule C^2Cr^3 et CCr^4.

» L'analyse des cristaux obtenus dans la préparation précédente montre que le carbure préparé au moyen de l'oxyde de chrome et du carbure de calcium répond à la formule C^2Cr^3.

» Nous avons obtenu, en effet, les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	Théorie.
Chrome............	86,57	86,60	86,58	86,66
Carbone............	12,97	13,25	13,22	13,33

» Ce carbure renfermait des traces de calcium et de fer.

» *Carbure de molybdène.* — L'oxyde de molybdène obtenu dans ces expériences a été préparé par la calcination du molybdate d'ammoniaque, il répond à la formule MoO^2. On a mélangé rapidement 250^{gr} de cet oxyde avec 200^{gr} de carbure de calcium et le tout a été chauffé au four électrique pendant cinq à six minutes (900 ampères et 50 volts.). Le culot obtenu après refroidissement a été projeté dans l'eau, l'excès de carbure de calcium s'est rapidement décomposé et l'on a recueilli des fragments cristallins, présentant l'aspect et toutes les propriétés du carbure de molybdène Mo^2C.

» A l'analyse, ces cristaux nous ont fourni Mo : 94,32 et C : 5,68. La théorie pour Mo^2C exigerait Mo : 94,12 et C : 5,88.

» *Carbure de tungstène.* — Le mélange d'acide tungstique et de carbure de

calcium a été chauffé dans les mêmes conditions. Après traitement par l'eau, on a retiré des fragments à aspect cristallin ou des globules fondus qui étaient entièrement formés de carbure de tungstène. Ce composé renfermait Tu : 96,71 et C : 3,02 ; ce qui correspond à la formule CTu^2 pour laquelle C = 3,16 et Tu = 96,84.

» *Carbure de titane.* — Nous avons chauffé au four électrique, dans une tube de charbon, pendant six minutes (900 ampères, 45 volts), le mélange correspondant à la formule $TiO^2 + C^2Ca$, soit acide titanique 160^{gr} et carbure de calcium 128^{gr}.

» Le culot était parfois mal fondu, mais il renfermait toujours un excès de carbure de calcium. Au contact de l'eau, la matière se désagrège en donnant une poussière cristalline très dense. Le tout est épuisé d'abord par de l'acide acétique faible et froid, et ensuite par de l'acide acétique étendu et bouillant.

» On obtient ainsi de petits cristaux très nets, possédant toutes les propriétés du carbure de titane, que nous avons décrit précédemment et ayant la composition suivante :

	1.	2.	Théorie pour TiC.
Titane	82,05	80,70	80,64
Carbone	19,08	»	19,36

» *Siliciure de carbone.* — L'action réductrice du carbure de calcium fondu peut s'appliquer à la silice aussi bien qu'aux oxydes métalliques. Nous avons chauffé au four électrique un mélange de cristal de roche en poudre et de carbure de calcium répondant à la formule $SiO^2 + C^2Ca$ et, après fusion de la masse et décomposition par l'eau, nous avons séparé une grande quantité de cristaux bien nets et faciles à caractériser de siliciure de carbone ou carborundum. Ces cristaux transparents sont incolores ou légèrement bleutés.

» Le carbure de calcium étant aujourd'hui un produit industriel, cette réaction pourra peut-être s'appliquer à la préparation du carborundum.

» Dans les doubles réactions que nous venons d'indiquer rapidement nous n'avons employé que des composés oxygénés dont le corps simple, uni à l'oxygène, était capable de fournir un carbure défini et cristallisé. La réaction sera différente si nous faisons agir, sur ce carbure de calcium, un oxyde métallique dont le métal ne produit pas de carbure.

» *Action du carbure de calcium sur l'oxyde de plomb.* — Nous avons

chauffé au four Perrot 100gr de litharge et 6gr de carbure de calcium. Ces proportions répondent à l'équation suivante :

$$C^2Ca + 5PbO = 2CO^2 + CaO + 5Pb.$$

» Nous avons obtenu un culot de plomb de 65gr et une scorie qui renfermait encore du métal disséminé dans la masse. La réaction est identique si nous doublons la quantité de carbure de calcium.

» Ce dernier corps agit donc ici encore comme réducteur, mais comme le plomb ne fournit pas de carbure, le métal seul est mis en liberté.

» Nous devons rappeler, à propos de ces expériences, que M. Warren (*Chemical News*, janvier 1897, p. 2) avait déjà étudié l'action du carbure de calcium sur la litharge et qu'il avait indiqué dans cette réaction la formation d'un alliage de plomb et de calcium. Le plomb que nous avons obtenu dans nos expériences ne renfermait que des traces de calcium [1].

» *Oxyde de bismuth*. — La réduction de l'oxyde de bismuth (315gr) par le carbure de calcium (43gr) nous a donné de même un culot de bismuth métallique à cassure cristalline ne renfermant pas de calcium.

» *Oxyde d'étain*. — 45gr de bioxyde d'étain et 12gr,5 de carbure de calcium ont été chauffés pendant une demi-heure au four Perrot. Après la réaction, il est resté un mélange de chaux et de poussière d'étain très divisée et facilement oxydable que l'on a réunie en un culot par fusion sous l'acide borique. Cet étain ne renfermait pas de calcium.

» Pour que ces expériences de double décomposition par le carbure de calcium fournissent des résultats probants, il faut avoir soin que le carbure employé ne renferme pas d'impuretés. Dans nos premiers essais, nous avions employé un carbure de calcium impur et nous avons remarqué que tout le silicium et le fer qui se trouvaient dans ce composé avaient passé dans le carbure métallique formé par double décomposition. Dès lors, nous n'avons plus utilisé que du carbure de calcium préparé au moyen de chaux de marbre et de charbon de sucre.

» *Conclusions*. — En résumé, le carbure de calcium en fusion réagit avec énergie sur les oxydes. Si le métal ne s'unit pas au carbone, comme

---

[1] Pour déceler la présence du calcium nous avons attaqué 10gr de métal par l'acide nitrique. Le plomb a été ensuite séparé par l'hydrogène sulfuré. Après ébullition et filtration le liquide est concentré, puis neutralisé par l'ammoniaque. Par addition d'oxalate d'ammoniaque nous n'avons obtenu qu'un très léger louche d'oxalate de calcium.

le plomb, l'étain et le bismuth, il est mis en liberté et, dès lors, il peut être séparé ou il peut se combiner aux corps présents suivant les conditions de l'expérience.

» Si le métal ou le métalloïde de l'oxyde peut se carburer, il se produit avec le carbure de calcium fondu une double décomposition suivant la formule

$$RO + CaC^2 = RnC + CaO,$$

dans laquelle R représente un métal quelconque et *n* un nombre variable d'atomes de carbone.

» Nous avons pu préparer, par cette nouvelle méthode, des carbures cristallisés et définis d'aluminium, de manganèse, de chrome, de molybdène, de tungstène, de titane et de silicium, composés que nous avions obtenus antérieurement au four électrique soit par union directe des deux corps simples, soit par réduction de l'oxyde par le charbon. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Infection typhique expérimentale, produite par l'introduction de culture virulente dans une anse de Thiry*. Note de MM. **R. Lépine** et **B. Lyonnet.**

« De nombreuses expériences nous ont montré que, tandis que chez un chien de taille moyenne l'injection intra-veineuse de 15^{cc} à 30^{cc} d'une culture très virulente de bacille d'Eberth amène, *par intoxication,* la mort en quelques heures [1], l'ingestion simple d'une quantité dix ou douze fois plus forte de la même culture n'est, en général, suivie d'aucun trouble. Il en est de même si l'on porte directement la culture dans le duodénum, après une laparatomie. Ainsi, une dose massive de culture virulente, introduite dans l'intestin d'un chien sain, ne produit ni infection, ni intoxication. Ce résultat est-il dû à une action de la bile, du suc pancréatique, du suc intestinal ou de la muqueuse elle-même?

» On peut éliminer le suc pancréatique et la bile en liant le canal de Wirsung et le canal cholédoque (après avoir établi à l'extérieur une fistule

---

[1] La même quantité d'une culture semblable, mais stérilisée à 58° C., agit sensiblement de même. Dans les deux cas, la muqueuse de l'intestin est *excessivement* rouge dans la plus grande partie de son étendue, sans que cette rougeur prédomine dans l'iléon.

biliaire). Mais l'une ou l'autre de ces opérations apportant un grand trouble aux conditions normales de fonctionnement de l'intestin, nous avons préféré introduire la culture dans une anse d'intestin isolée par le procédé de Thiry, que le Dr Jaboulay a bien voulu réaliser chez plusieurs chiens. Voici la relation de deux de nos expériences :

» *Expérience I* (chien de 15^{kg}). — On fait une anse de Thiry le 4 octobre. Les 14, 21 et 25 octobre, on introduit dans cette anse quelques centimètres cubes de culture d'un bacille virulent provenant de la rate d'une typhique morte le 20 septembre. Les dernières fois, on a suturé l'orifice extérieur de l'anse. Presque pas de fièvre consécutive, mais un peu de diarrhée; diminution de l'appétit certains jours, et perte considérable de poids (plus de 2^{kg}). Réaction agglutinante du sérum *très marquée*, à partir du 23 octobre. Mort le 27 octobre, après des symptômes de péritonite.

» *Autopsie* immédiate : péritonite aiguë avec épanchement d'un liquide rougeâtre. L'anse, longue de $0^m,17$, est *très dilatée*. Sa muqueuse présente de larges et profondes ulcérations semblables à celles qu'on observe dans la fièvre typhoïde de l'homme. Une d'elles est le siège d'une petite perforation, cause de la péritonite. Les ganglions mésentériques sont très volumineux; la rate n'est pas sensiblement augmentée de volume. Rien d'important dans les autres organes.

» Des ensemencements de la rate et du foie sont restés stériles; avec les ganglions mésentériques on a eu une culture impure.

» *Expérience II* (chien de 16^{kg}). — On fait une anse le 13 octobre. Le 1er novembre, l'animal étant parfaitement rétabli (et pesant $14^{kg},500$), on introduit dans l'anse quelques centimètres cubes de culture virulente provenant du même bacille. Le liquide ressort aussitôt. Le 7 il n'y a pas de réaction agglutinante de son sérum. Le 8 on lui injecte 50^{cc} de culture de même origine et l'on ferme l'orifice par une suture. L'animal, les jours suivants, continue à bien manger.

» Le 12 : poids $15^{kg},500$. Réaction agglutinante de son sérum.

» Le 19 : même poids. Le pouvoir agglutinant est de $\frac{1}{30}$.

» Le 25 : poids $16^{kg},300$, le pouvoir étant de $\frac{1}{100}$, on sacrifie l'animal.

» *Autopsie* immédiate. La muqueuse de l'anse est rouge et ulcérée mais *non profondément*. Les ganglions mésentériques sont très gros; la rate est *trois fois* plus volumineuse qu'à l'état normal; les autres organes paraissent sains.

» Ensemencement négatif avec la rate et les ganglions mésentériques.

» On remarquera, dans ce dernier cas : d'une part, l'intégrité apparente de la santé de l'animal (qui n'a pas cessé un seul jour, après l'injection de la culture virulente, de manger 1^{kg} de viande, et dont la température n'a présenté que des oscillations insignifiantes); et, d'autre part, l'existence d'un pouvoir agglutinant considérable du sérum. On sait que la coexistence d'un pouvoir agglutinant et d'un état apyrétique a également été observée chez l'homme.

» Chez le deuxième chien, les lésions de l'anse étaient beaucoup moins

prononcées que chez le premier. Cette particularité peut tenir, en partie, à ce que l'anse était constituée chez lui par la première portion du jéjunum, tandis que, chez le premier chien, elle était formée par la fin de l'iléon.

» Les expériences précédentes ne sont pas favorables à l'opinion de Sanarelli, qui considère les lésions intestinales de la fièvre typhoïde comme le résultat de l'élimination de la toxine. En effet, la muqueuse de l'intestin, chez nos animaux, ne présentait de lésions *que dans l'anse infectée.* »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Chimie, en remplacement de feu M. *Schützenberger*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 62,

M. Ditte	obtient	22	suffrages,
M. Le Bel	»	17	»
M. G. Lemoine	»	14	»
M. Etard	»	6	»
M. Le Chatelier	»	2	»
M. Jungfleisch	»	1	»

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

Le nombre des votants étant encore 62,

M. Ditte	obtient	34	suffrages,
M. Le Bel	»	26	»
M. Etard	»	1	»
M. Lemoine	»	1	»

M. **Ditte**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire de M. Le Roy, *intitulé : « Sur l'intégration des équations de la chaleur.* »

(Commissaires : MM. Appell, Poincaré, rapporteur.)

« L'étude de la propagation de la chaleur est l'un des problèmes classiques de la Physique mathématique ; c'est pour le résoudre que Fourier a doté cette Science de ses méthodes les plus fécondes et, malgré les progrès accomplis, le mathématicien a toujours intérêt à y revenir, non seulement à cause des applications immédiates à la Physique, mais surtout à cause du retentissement que toute découverte faite dans ce domaine ne peut manquer d'avoir dans toutes les autres parties de la Physique mathématique.

» Il était intéressant de revenir sur le problème de Fourier, en utilisant les résultats relatifs à la théorie du potentiel obtenus récemment par de nombreux géomètres et les méthodes dont ces géomètres se sont servis; c'est ce qu'a fait M. Le Roy dans le Mémoire qu'il soumet au jugement de l'Académie.

» Dans la première Partie de ce travail, rempli d'aperçus originaux, l'auteur étudie les équations de l'équilibre thermique au point de vue de la généralisation du principe de Dirichlet.

» L'équation à intégrer est de la forme suivante :

$$(1) \qquad \Delta V + a\frac{dV}{dx} + b\frac{dV}{dy} + c\frac{dV}{dz} = f(x, y, z, V) + \varphi(x, y, z)$$

et la solution cherchée V est assujettie, en outre, à certaines conditions de continuité et à prendre des valeurs données sur une surface fermée.

» Dans un grand nombre de cas, le problème ne comporte qu'une solution et M. Le Roy commence par étudier cette proposition, qui a été démontrée d'abord par M. Picard. En se servant d'une remarque de M. Paraf, l'auteur complète sur certains points les résultats de M. Picard, qu'il retrouve d'ailleurs et qu'il expose d'une manière originale.

» Abordant ensuite le cas où l'équation (1) est linéaire et où

$$a\,dx + b\,dy + c\,dz$$

est une différentielle exacte, M. Le Roy se préoccupe de démontrer la possibilité du problème. Ses méthodes sont calquées sur celles qui servent à établir le principe de Dirichlet; mais elles ne supposent pas ce principe établi, sauf dans les domaines sphériques.

» Après avoir démontré un théorème analogue à celui de Harnack, M. Le Roy résout le problème pour une sphère et pour un domaine limité par deux sphères concentriques. Il y arrive par une combinaison de la méthode des approximations successives de M. Picard et du procédé alterné de M. Schwarz. Pour étendre le résultat à un domaine quelconque, l'auteur se sert de la méthode du balayage, qu'il adapte à son objet nouveau par d'ingénieux perfectionnements.

» Cette première Partie se termine par d'intéressantes propositions relatives aux équations non linéaires.

» Dans la seconde Partie de son Mémoire, l'auteur étudie des fonctions qu'il appelle *fondamentales* et qui sont des potentiels de simple couche satisfaisant, sur la surface attirante, à l'équation

$$\frac{dV}{dn} + \frac{dV'}{dn'} = \lambda V.$$

» Ces fonctions ne sont pas identiques à celles que M. Poincaré a étudiées dans son travail sur la méthode de Neumann et qui satisfont à l'équation

$$\frac{dV}{dn} = \lambda \frac{dV'}{dn'},$$

mais elles peuvent se traiter de la même manière et avec un succès analogue.

» Il est à remarquer que, pour ces fonctions nouvelles, la démonstration peut s'étendre aux surfaces multiplement connexes.

» M. Le Roy généralise ces fonctions et arrive à une classe très générale de fonctions fondamentales comprenant à la fois, comme cas particuliers, celles dont il vient d'être question et celles de M. Poincaré.

» Il peut montrer ainsi que la méthode de Neumann est applicable aux surfaces multiplement connexes, ou à trouver la valeur de V, connaissant $\frac{dV}{dn}$ sur une surface fermée.

» La troisième Partie est consacrée au refroidissement des corps solides.

» Le cas où la surface est maintenue à une température constante peut se traiter à l'aide d'une ingénieuse généralisation de la méthode du balayage.

L'analogie avec le problème de Dirichlet est parfaite. On retrouve les mêmes séries procédant suivant des fonctions analogues aux fonctions fondamentales, et M. Le Roy montre aussi que les procédés d'approximations successives de M. Picard sont encore applicables.

» On voit quelle est la variété des problèmes traités par l'auteur, et l'ingéniosité des procédés qu'il a employés. Le Mémoire présenté au jugement de l'Académie réalise un important progrès dans les méthodes de la Physique mathématique et nous paraît mériter d'être inséré au *Recueil des Savants étrangers*. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour la chaire de Physique végétale du Muséum d'Histoire naturelle, vacante par suite du décès de M. *Georges Ville.*

(Renvoi aux Sections de Botanique et d'Économie rurale.)

M. le **Préfet de la Seine** informe l'Académie que le Conseil municipal vient d'autoriser l'érection du monument à la mémoire de Lavoisier, sur la place de la Madeleine. Une subvention de trois mille francs avait été votée récemment pour cet objet.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les Comptes rendus du deuxième Congrès international de Chimie appliquée, organisé par l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie de France et des Colonies.

2° Un Ouvrage de M. *Delebecque* intitulé « Les lacs français ». (Présenté par M. Michel Lévy.) M. le Secrétaire perpétuel insiste sur l'importance des résultats obtenus par l'auteur, aux points de vue géographique, géologique, physique et chimique.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète Villiger* (1897, *nov.* 19), *faites à l'observatoire d'Alger* (*équatorial coudé de* $0^m,318$), par MM. **Rambaud** et **Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates 1897.	Grandeur.	Étoiles de comparaison.	Planète — Étoile. Ascension droite.	Planète — Étoile. Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
			m s	′ ″		
Nov. 22....	a	9	−1.44,70	— 5.39,0	12: 8	R
22....	a	»	−1.46,42	— 5.36,4	12: 8	S
23....	a	»	−2.53,35	— 4.28,7	12: 8	R
23....	a	»	−2.58,09	— 4.24,5	12: 8	S
24....	b	6,1	+1.11,85	−12.31,2	15:10	R
24....	b	»	+1.11,15	−12.31,5	15:10	S
25....	b	»	−0. 1,04	−11.44,6	10:10	S
25....	b	»	−0. 3,19	−11.42,9	15:10	R

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1897.	⁎	Asc. droite moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Nov. 22..	a	4.24.50,03	+ 5,93	+31. 3.24,6	+16,2	Weisse II, n° 478.
23..	a	4.24.50,03	+ 5,94	+31. 3.24,6	+16,3	Idem.
24..	b	4.19.32,65	+ 5,96	+31.12.26,1	+17,0	Paris, 5105.
25..	b	4.19.32,65	+ 5,97	+31.12.26,1	+17,1	

Positions apparentes de la planète.

Dates 1897.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 22....	10.58.44	4.23.11,26	$\bar{1},253_n$	+30.58. 1,8	0,029
22....	11.30.13	4.23. 9,54	$\bar{1},024_n$	+30.58. 4,4	$\bar{1},972$
23....	9.53. 3	4.22. 2,62	$\bar{1},491_n$	+30.59.12,2	0,175
23....	11.17.37	4.21.57,88	$\bar{1},091_n$	+30.59.16,4	1,982
24....	9.26.25	4.20.50,46	$\bar{1},545_n$	+31. 0.11,9	0,231
24....	9.49.24	4.20.49,76	$\bar{1},480_n$	+31. 0.11,6	0,165
25....	9.58.16	4.19.37,58	$1,372_n$	+31. 0.58,6	0,084
25....	10.27.17	4.19.35,43	$\bar{1},333_n$	+31. 1. 0,3	0,072

ASTRONOMIE. — *Sur deux occultations des Pléiades par la Lune.* Note de M. LAGRULA, présentée par M. Lœwy.

« Dans une série d'occultations d'étoiles par la Lune, observées à des époques suffisamment rapprochées, on peut admettre que les corrections à apporter aux Tables de notre satellite varient proportionnellement avec le temps. Il est alors possible de combiner entre elles les équations de condition fournies par les différents phénomènes observés. On peut obtenir ainsi, avec beaucoup de précision, le demi-diamètre et les coordonnées de la Lune à l'époque moyenne, et même, dans certains cas, sa parallaxe.

» C'est dans ce but que j'ai discuté les deux importantes occultations des Pléiades par la Lune, observées à Lyon, le 23 juillet et le 13 octobre 1897 (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 289 et 635).

» Les résultats de cette discussion sont inscrits dans le Tableau suivant où D et π représentent le demi-diamètre et la parallaxe de la Lune à sa distance moyenne; $\Delta\alpha$ et $\Delta\delta$ les corrections, en ascension droite et en déclinaison, qui doivent être appliquées aux coordonnées des Tables de Hansen corrigées des nombres de Newcomb.

Temps moyen de Paris 1897.	D.	π.	$\Delta\alpha$.	$\Delta\delta$.	Nombre d'observations.
Juillet 23 à $13^h 9^m$....	$15'.32'',87 \pm 0'',14$	indéterminée	$+0^s,30 \pm 0^s,01$	$-0'',1 \pm 0'',2$	36
Octobre 13 à $14^h 5^m$...	$15'.32'',86 \pm 0'',24$	$57'.3'',2 \pm 1'',0$	$+0^s,31 \pm 0^s,02$	$+0'',5 \pm 0'',4$	29

» La concordance remarquable des erreurs de position de notre satellite à ces deux dates provient, probablement, de ce que cet astre était sensiblement au même point de son orbite. D'ailleurs, les nombres $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ ne peuvent être affectés que des seules erreurs systématiques suivantes :

» 1° *La moyenne des erreurs de « position adoptée » pour les étoiles* ($\Delta\alpha_*$ en ascension droite, $\Delta\delta_*$ en déclinaison).

» Les autorités auxquelles je me suis référé sont : les mesures micrométriques de Wolf, 1874; les mesures photographiques de H. Jacoby, 1873; les catalogues de la *Connaissance des Temps*, de Lyon, en ascension droite (non publié), de Newcomb, du *Berliner Jahrbuch* et du *Nautical Almanac*.

» J'ai adopté les mouvements propres de Wolf.

» 2° *L'équation moyenne dans ce genre d'observation* ($\Delta\theta$ exprimée en secondes de temps).

» 3° Dans la série du 23 juillet, *la détermination de la parallaxe n'a pu être séparée du calcul des corrections* $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ (j'appellerai $\Delta\pi$ la correction, exprimée en secondes d'arc, à la parallaxe adoptée par la *Connaissance des Temps*).

» Il résulte de ces différentes sources d'erreurs que, si leur valeur numérique était connue, les quantités $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$, données plus haut, devraient être remplacées par les expressions suivantes :

Juillet 23.........
$$\begin{cases} \Delta\alpha = +0^s,30 \pm 0^s,01 + \Delta\alpha^s_* - 0^s,034\,\Delta\theta - 0^s,051\,\Delta\pi, \\ \Delta\delta = -0'',1 \pm 0'',2 + \Delta\delta''_* - 0'',16\ \Delta\theta + 0'',63\ \Delta\pi. \end{cases}$$

Octobre 13........
$$\begin{cases} \Delta\alpha = +0^s,31 \pm 0^s,02 + \Delta\alpha''_* - 0^s,024\,\Delta\theta, \\ \Delta\delta = +0^s,5 \pm 0'',4 + \Delta\delta''_* - 0'',09\ \Delta\theta. \end{cases}$$

» On voit que ces erreurs systématiques ne peuvent être que très faibles et que la précision des coordonnées de la Lune, ainsi déterminées, reste très grande. D'autre part, les valeurs que j'ai obtenues pour le demi-diamètre s'accordent très bien avec le nombre suivant, adopté par la *Connaissance des Temps,* dans les calculs d'occultations, et déduit d'un grand nombre d'observations de ces phénomènes :

$$D = 15'32'',83 \quad \text{(Küstner et Battermann)}.$$

» Enfin, la valeur que la série du 13 octobre donne pour la parallaxe ne diffère de celle adoptée par le même éphéméride : $\pi = 57'2'',7$, que de $0'',5$, quantité inférieure à son erreur probable. »

ASTRONOMIE. — *Emploi de la méthode des moindres carrés pour révéler la présence d'erreurs systématiques*. Note de M. **Jean Mascart**, présentée par M. Lœwy.

« La détermination de la position exacte du nadir est une opération fondamentale au point de vue astronomique, puisqu'elle concerne une constante absolue dont la connaissance est indispensable pour établir des coordonnées célestes absolues et précises; en principe il suffit de placer une lunette méridienne, par exemple, verticalement, de sorte qu'un fil de déclinaison de l'oculaire coïncide avec son image réfléchie sur un miroir horizontal (bain de mercure), et de lire alors la position du cercle de dis-

tances polaires entraîné par la lunette pour avoir connaissance de la verticale instrumentale. Dans ces conditions les lectures devraient être sensiblement constantes : au grand cercle méridien de l'observatoire de Paris, instrument puissant et délicat, les lectures s'effectuent à six microscopes placés, devant le cercle des hauteurs, à 60° les uns des autres.

» Si l'on tient compte alors de ce fait que l'erreur possible sur chaque lecture de microscope est $\leqq 0'',4$, ainsi que sur chacune des dix lectures faites simultanément au micromètre oculaire, on trouve que l'erreur moyenne d'une détermination nadirale devrait avoir la très faible valeur $\pm 0'',21$.

» Pratiquement les écarts sont beaucoup plus considérables, et cette détermination des plus délicates demande d'être fréquemment répétée pour éliminer, autant que possible, d'une série d'observations, les variations inexpliquées, tantôt lentes et progressives, tantôt subites, qu'éprouve la position de la verticale déterminée expérimentalement, par les mêmes observateurs, à quelques heures seulement d'intervalle. Pour fixer les idées, les valeurs trouvées, au grand cercle méridien, ont été de $54'',52$ et $61'',99$ le 13 mai et le 5 juin 1897.

» Or, dans un intervalle de temps aussi restreint, semblables variations sont inadmissibles en tenant compte de la précision de l'instrument qui est en jeu, et l'on est naturellement conduit à se demander quelles peuvent être, en dehors des causes fortuites, les erreurs susceptibles d'entacher une telle observation.

» Les causes d'erreur sont de deux sortes :

» 1° Les unes dépendent des écarts que présente l'instrument avec son état idéal, absolu; soit, par exemple : valeurs des tours de vis du micromètre, des microscopes, excentricité du cercle..., généralement à lentes variations et dont nous ne voulons pas nous occuper pour l'instant, puisque les observations employées en ont été purgées avec une exactitude très suffisante.

» 2° Les autres seront des fonctions complexes de l'état astronomique ou météorologique de l'observation.

» La seule cause de cette nature qui semble devoir intervenir est la température; sans compter les déformations de la lunette, elle peut, en effet, déterminer des variations dans la position du cercle des hauteurs par rapport aux microscopes et des déplacements des microscopes, même par rapport au pilier où ils sont encastrés. Nous allons voir s'il est possible de déterminer quantitativement cette influence :

» Soient x_1, x_2, ..., x_6 les lectures *constantes* que l'on devrait faire aux six microscopes lorsque la lunette est verticale, et x'_1, x'_2,..., x'_6, celles qui ont été réellement effectuées, θ la température du cercle; nous écrirons pour chaque microscope, à chaque observation, des équations de la forme

$$x_1 + \lambda\theta + \mu\theta^2 = x'_1,$$

où λ et μ figurent des coefficients de déplacement de chaque microscope par rapport à la position correspondante du cercle ou inversement. θ compté en dixièmes de degré, de part et d'autre de 15°, varie de — 70 à + 69 dans nos équations de condition, d'après les observations effectuées du 10 mai au 21 juin.

» Nous avons ainsi opéré sur cinquante déterminations nadirales qui correspondent, en réalité, à une centaine de lectures du cercle, car ces déterminations sont effectuées deux fois de suite, à trois minutes environ d'intervalle, et nous avons utilisé les moyennes de ces groupes de deux observations; pour chaque microscope nous avions donc cinquante équations de condition à trois inconnues, x, λ, μ, qui, résolues par la méthode des moindres carrés, nous ont fourni les résultats suivants :

Microscope.	$x - 60$.	Erreur moyenne sur $x - 60$.	λ.	Erreur moyenne sur λ.	μ.	Erreur moyenne sur μ.
1......	−1,74	±0,37	+0,0456	±0,0077	+0,00014	±0,00019
2......	−0,07	±0,43	+0,0838	±0,0089	+0,00102	±0,00022
3......	−1,86	±0,44	+0,0826	±0,0092	+0,00056	±0,00023
4......	−2,27	±0,52	+0,0825	±0,0108	+0,00068	±0,00027
5......	−3,37	±0,18	+0,0046	±0,0037	−0,00021	±0,00009
6......	−6,72	±0,74	−0,0490	±0,0153	−0,00056	±0,00038

» Ces valeurs constantes des x entraînent, pour le nadir, une valeur *absolue* (à 15°) égale à 221°9′57″,329 et l'étude des résidus d'équations assignerait à cette valeur une *erreur moyenne* de 0″,195 ou une *erreur probable* de 0″,132.

» La connaissance de ces constantes montre que les corrections qu'elles nécessitent sont loin d'être négligeables; elles peuvent, en effet, atteindre rapidement quelques secondes pour certains microscopes, car tous ne sont pas également sensibles à l'action de la température et expliquent ce que l'on savait déjà d'une manière vague en disant que, en général, le nadir monte avec la température. Au reste, nous ne mesurons pas ici de déplacement absolu; cependant, pour mesurer les déplacements *relatifs*

du cercle et du pilier, ces coefficients sont assez considérables si l'on veut songer qu'ils correspondent à un dixième de degré de température, et c'est à leur ordre de grandeur seul que nous voulons actuellement nous attacher.

» La connaissance de ces constantes est-elle suffisante? Pour s'en rendre compte, il suffit de s'en servir pour corriger, à chaque observation, la lecture effectuée à un microscope et de voir comment sont modifiés les écarts maxima pour chaque microscope qui, dans des conditions déterminées, devrait fournir une détermination constante :

Microscope.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Écart maxima observé...........	9,16	13,91	11,98	14,79	4,11	12,16
Écart maxima après correction...	6,74	9,48	8,86	8,70	3,56	13,82

tandis que, pour la valeur du nadir, moyenne des lectures aux six microscopes, l'écart est réduit de 7,47 à 6,10.

» Ce n'est pas en augmentant le nombre de paramètres dans nos équations que la représentation eût été meilleure, car ce procédé, illusoire, cesse de correspondre à la signification véritable de ces constantes. Il y a là des causes systématiques que peut révéler l'étude approfondie des équations et de leurs résidus. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner* $0^m,16$*) pendant le troisième trimestre de* 1897, par M. J. **Guillaume.** Note présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants, dont l'explication a été donnée page 484 du t. CXXV des *Comptes rendus*.

» Il y a eu cinquante-sept jours d'observation pendant ce trimestre.

» *Taches.* — Le nombre des groupes est très peu supérieur à celui du second trimestre (40 contre 36), mais la surface totale a augmenté d'environ un tiers; on a, en effet, 3250 millionièmes au lieu de 2341.

» En aucun des jours d'observation, le Soleil n'a été vu sans taches.

» Les deux groupes suivants du Tableau I ont été visibles à l'œil nu :

Août $\lambda 8,9$ et $\beta - 6°$; septembre $\lambda 7,5$ et $\beta - 11°$.

Tous deux sont dans l'hémisphère austral (il y en a eu deux également dans le même hémisphère le trimestre précédent).

» *Régions d'activité.* — Les groupes de facules ont diminué de moitié environ dans l'hémisphère boréal; on a, effectivement, 24 groupes au nord de l'équateur et 43 au sud, au lieu de 49 au nord et 40 au sud. Enfin, au total, on a 67 groupes et une surface de 64,3 millièmes contre 89 groupes et 70,3 millièmes fournis par le précédent trimestre.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Juillet 1897.	0,00		
28- 9	9	4,4	— 4		151
9-10	2	5,9	—13		20
3-14	7	9,2	—11		70
13-15	3	10,5	—12		35
13-16	3	11,4		+ 7	15
6-16	7	12,9	— 7		65
13-17	3	13,5	— 6		2
14-19	5	17,5	— 6		12
21	1	20,0	—14		4
19-24	4	24,6	—10		20
21-31	9	26,0	—10		244
20-31	10	26,4		+12	112
29-31	3	30,0		+ 7	6
	23 j.		— 9°,3	+ 8°,7	
		Août 1897.	0,00		
31- 3	3	5,0	—10		27
2-14	11	8,9	— 6		685
5-11	6	11,0	—16		31
9-16	4	11,2	— 8		77
10-11	2	15,9		+18	6
13-14	2	18,7	— 2		5
16-27	5	21,9	— 8		106
25	1	24,8		+ 9	8
		Août 1897 (suite)	0,00		
27	1	25,8	—13		2
27	1	26,9		+ 8	14
31	1	30,4		+ 4	5
	18 j.		— 9°,0	+ 9°,7	
		Septembre 1897.	0,00		
1- 4	2	3,8	— 9		3
4- 8	4	4,4	— 4		240
30- 8	7	5,2	— 6		150
31-12	7	6,6		+14	112
4-12	5	7,5	—11		458
12	1	8,0		+11	15
4- 8	4	8,5	—12		228
6-12	4	9,0	— 8		70
18	1	16,2	—14		10
22	1	17,9		+17	9
18-22	3	19,8	—17		12
17-24	5	21,2		+ 9	26
18-22	3	22,4		+ 5	3
20-29	7	23,5	— 9		95
22-30	7	26,6		+ 5	57
20-29	8	26,7		+11	70
	16 j.		—10°,0	+10°,3	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1897.	Sud. 90°-40°.	Sud. 40°-30°.	Sud. 30°-20°.	Sud. 20°-10°.	Sud. 10°-0°.	Sud. Somme.	Nord. Somme.	Nord. 0°-10°.	Nord. 10°-20°.	Nord. 20°-30°.	Nord. 30°-40°.	Nord. 40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Juillet.....	»	»	»	4	6	10	3	2	1	»	»	»	13	756
Août......	»	»	»	2	5	7	4	3	1	»	»	»	11	966
Septembre.	»	»	»	4	5	9	7	3	4	»	»	»	16	1528
Totaux..	»	»	»	10	16	26	14	8	6	»	»	»	40	3250

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1897.	Sud. 90°. 40°.	40°. 30°.	30°. 20°.	20°. 10°.	10°. 0°.	Sud. Somme.	Nord. Somme.	0°. 10°.	10°. 20°.	20°. 30°.	30°. 40°.	40°. 90°.	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Juillet......	»	1	1	6	9	17	9	7	1	1	»	»	26	21,5
Août.......	»	1	1	6	7	15	6	2	3	1	»	»	21	18,3
Septembre..	»	»	»	4	7	11	9	4	5	»	»	»	20	24,5
Totaux...	»	2	2	16	23	43	24	13	9	2	»	»	67	64,3

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Influence de l'altitude et de la chaleur sur la décomposition de l'acide oxalique par la lumière solaire.* Note de M. **J. Vallot** et de Mme **Gabrielle Vallot**, présentée par M. Duclaux.

« L'action chimique des radiations solaires est beaucoup moins connue que l'action calorifique, et n'a été, jusqu'à ces derniers temps, qu'incomplètement étudiée. M. Duclaux a créé récemment une nouvelle méthode d'actinométrie chimique, basée sur la décomposition par la lumière d'une solution d'acide oxalique préparée dans certaines conditions.

» Il est utile, pour préciser l'état de la question, de rappeler les principaux résultats qu'il a obtenus :

» 1° La chaleur, agissant seule, ne produit qu'une décomposition négligeable.

» 2° La puissance actinique de la lumière est plus grande dans les pays du Nord que dans les régions tempérées.

» 3° La décomposition actinique, après un temps mort au commencement de l'exposition, n'est pas proportionnelle au temps, mais s'opère d'une manière accélérée.

» Sur le conseil de M. Duclaux, nous avons entrepris, en deux stations d'altitude différente, une série d'expériences simultanées, dans le but de continuer ces études sur les points qui n'avaient pas encore pu être étudiés. Voici les résultats que nous avons obtenus :

» 1° Une série d'expériences simultanées, faites à Chamonix (1095m) et au Montanvert (1925m), pendant neuf belles journées, nous a donné constamment une décomposition chimique beaucoup plus considérable à la station supérieure. Le rapport, dans les journées les plus comparables, a varié entre 1,5 et 2,9, la moyenne étant de 2,1 pour une différence de niveau de 830m. L'actinisme chimique augmente donc rapidement avec l'altitude, beaucoup plus que ne le faisait prévoir la variation dans la radiation calorifique.

» 2° D'après des expériences exécutées à Chamonix, le verre arrête une grande partie

des rayons chimiques. Cette absorption est variable; la moyenne des sept journées a donné une absorption de moitié produite par une cloche de verre très mince.

» 3° La chaleur, qui n'a qu'une très faible action décomposante par elle-même, acquiert une puissance très considérable à la lumière; ainsi, une solution exposée simplement au soleil a subi une combustion de 10 pour 100, tandis qu'une solution exposée en même temps, mais qui a été maintenue artificiellement à une température plus élevée de 12°, a subi une combustion de 50 pour 100.

» Il résulte donc des expériences de cette année que la température joue un rôle beaucoup plus considérable qu'on ne l'aurait cru d'abord et superpose sa propre influence à l'action de la lumière.

» Les radiations calorifiques, inertes par elles-mêmes, n'en exaltent pas moins l'effet des radiations chimiques, et si les choses se passent dans les végétaux comme dans les solutions d'acide oxalique, c'est dans une combinaison de la lumière et de la chaleur qu'on doit chercher les lois de la végétation, et non dans un seul de ces facteurs, comme on l'a fait par la méthode des sommes de températures.

» 4° Dans cette action combinée de la lumière et de la chaleur, c'est la lumière qui produit l'effet prépondérant. En effet, si l'on place les cuvettes de verre contenant les solutions sur des papiers de couleur différente, l'un noir et l'autre blanc, la combustion chimique est presque double avec le papier blanc, qui produit un éclairement plus considérable et une température plus basse, de ce qu'elle est avec le papier noir, qui ne réfléchit pas la lumière et augmente de plusieurs degrés la température de la solution.

» L'intensité considérable des décompositions chimiques produites par la lumière aux grandes altitudes explique les effets de brûlure produits sur la peau de l'homme séjournant sur les hautes montagnes. D'un autre côté, M. le professeur Mosso a montré expérimentalement que ces effets nocifs sont grandement atténués lorsqu'on noircit la peau avec du noir de fumée, ce qui semble paradoxal au premier abord. Nos expériences donnent la clé de ce phénomène : le noir, bien qu'augmentant la température, diminue assez l'action lumineuse pour abaisser très fortement la combustion solaire. On comprend, dès lors, que les nègres puissent résister au soleil des tropiques beaucoup plus facilement que les blancs. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le théorème fondamental de la Géométrie projective.* Note de M. H.-G. Zeuthen, présentée par M. Darboux.

« La démonstration du théorème fondamental de la Géométrie projective que l'Académie a bien voulu insérer aux *Comptes rendus* du 2 novembre

présente une lacune essentielle, que M. Juel m'a fait observer immédiatement après la publication. Elle n'affecte ni le théorème que j'ai énoncé sur le quadrilatère complet, ni la démonstration que j'en fais. La réduction du nombre des projections reste donc indépendante du théorème fondamental dont je cherchais une nouvelle démonstration.

» Il en est autrement pour ma démonstration du théorème sur les droites qui rencontrent trois droites fixes. En effet, pour l'établir, je fais usage de l'involution des six points d'intersection d'une droite avec les côtés d'un quadrigone complet. Il est vrai que von Staudt et ses successeurs démontrent au commencement de la Géométrie projective que cinq de ces points en déterminent le sixième, ou bien que tous les six points d'intersection de côtés *homologues* de deux quadrigones complets se trouveront sur une droite qui en contient déjà les cinq; mais, que cette détermination reste en vigueur si, dans un des quadrigones, on intervertit deux côtés opposés; on n'en connaît aucune démonstration indépendante du théorème fondamental qu'il s'agissait d'établir. Il ne m'était donc pas permis d'appliquer le théorème sur l'involution à un cas de cette dernière nature.

» Tout en regrettant d'avoir publié une démonstration incomplète, je crois utile d'avoir attiré l'attention sur la question qui m'a occupé. Une démonstration du théorème fondamental, indépendante des déterminations de von Staudt, qui, à la manière des déterminations métriques, ne s'étendent que successivement et par des approximations infinies à tous les points d'une droite, présentera plusieurs avantages, si elle est possible; et, si elle ne l'est pas aussi, son impossibilité méritera une démonstration. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation aux périodes.* Note de M. X. Stouff, présentée par M. Darboux.

« Désignons par λ un nombre premier de la forme $mp+1$. Si l'on considère les périodes à p termes formées avec les racines $\lambda^{\text{ièmes}}$ de l'unité, elles sont racines d'une équation de degré m. Soit

$$\eta^m + A_1\eta^{m-1} + A_2\eta^{m-2} + \ldots + A_h\eta^{m-h} + \ldots + A_m = 0$$

cette équation. Le coefficient A_h peut s'exprimer comme fonction entière rationnelle de m à coefficients rationnels et la formule est valable, sauf pour *quelques valeurs exceptionnelles* de *m en nombre limité*, c'est-à-dire que l'on peut assigner, pour chaque coefficient A_h, une limite telle que, pour toutes les valeurs de m supérieures à cette limite, la formule donne la va-

leur exacte de A_h. La méthode qui permet de démontrer ces résultats donne aussi le moyen de trouver les corrections qui conviennent aux valeurs exceptionnelles de m.

» Si, par exemple, $\lambda = 3m+1$, la formule du coefficient A_h est certainement valable si λ ne divise aucun des entiers inférieurs à $2h^2$; l'équation aux périodes se présente, sauf pour les valeurs exceptionnelles de m, sous la forme

$$\begin{aligned}\eta^m + \eta^{m-1} + 2\eta^{m-2} - (2m-4)\eta^{m-3}\\ -(2m-11)\eta^{m-4} - (4m-29)\eta^{m-5} + (2m^2-23m+73)\eta^{m-6}\\ +(2m^2-37m+207)\eta^{m-7} + (4m^2-88m+574)\eta^{m-8} - \ldots = 0. \text{ »}\end{aligned}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions besséliennes $S^n(x)$ et $O^n(x)$.* Note de M. **L. Crelier**.

« Dans la Note du 6 septembre dernier, les valeurs $O^n(x)$ et $S^n(x)$ étaient représentées par les formules nouvelles

$$(1)\qquad O^n(x) = \int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs}[sf_{n-1}(2s,0) + f_{n-2}(2s,0)]\,ds,$$

$$(2)\qquad S^n(x) = 2\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} f_{n-1}(2s,0)\,ds.$$

$f_n(2s,0)$ étant le numérateur de la $n^{\text{ième}}$ réduite de la fraction continue

$$[a,\quad a+b,\quad a+2b,\quad a+3b,\quad \ldots,\quad a+(n-1)b,\quad \ldots],$$

quand $a = 2s$ et $b = 0$. Dans la suite, on écrira simplement f_n.

» En dérivant suivant x, on obtient facilement

$$(3)\qquad \frac{\partial O^n(x)}{\partial x} = -\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs}(s^2 f_{n-1} + sf_{n-2})\,ds,$$

$$(4)\qquad \frac{\partial S^n(x)}{\partial x} = -2\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} s f_{n-1}\,ds.$$

» Ces valeurs pour les dérivées des fonctions $O^n(x)$ et $S^n(x)$ se transforment aisément en sommations, en suivant la méthode de raisonnement employée pour les fonctions directes. En outre, on peut déduire *a priori* les valeurs des dérivées secondes ou troisièmes.

» Les valeurs de $S^{n+1}(x)$ et $S^{n-1}(x)$, développées suivant (1) et addi-

tionnées, en tenant compte de

$$f_n = 2s f_{n-1} + f_{n-2},$$

donnent de suite

$$S^{n+1}(x) + S^{n-1}(x) = 4\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs}(sf_{n-1} + f_{n-2})\,ds,$$

soit

(5) $$S^{n+1}(x) + S^{n-1}(x) = 4O^n(x).$$

» Sans autre raisonnement, la soustraction des mêmes valeurs donne

$$S^{n+1}(x) - S^{n-1}(x) = 4\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} s f_{n-1}\,ds,$$

les termes en f_{n-2} s'étant détruits. On a, d'après (4),

(6) $$S^{n-1}(x) - S^{n+1}(x) = 2\frac{\partial S^n(x)}{\partial x}.$$

» Les mêmes développements avec $O^{n+1}(x)$ et $O^{n-1}(x)$ conduisent sans autre à

$$O^{n+1}(x) + O^{n-1}(x) = \int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs}\underbrace{(sf_n + f_{n-1} + sf_{n-2} + f_{n-3})}_{= 2s^2 f_{n-1} + 2f_{n-1}}\,ds,$$

d'où

(7) $$O^{n+1}(x) + O^{n-1}(x) = \frac{\partial^2 S^n(x)}{\partial x^2} + S^n(x),$$

$$O^{n-1}(x) - O^{n+1}(x) = \int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs}\underbrace{(sf_{n-2} + f_{n-3} - sf_n - f_{n-1})}_{= -2s(sf_{n-1} + f_{n-2})}\,ds,$$

(8) $$O^{n-1}(x) - O^{n+1}(x) = 2\frac{\partial O^n}{\partial x}.$$

» Donc : *La représentation nouvelle des fonctions* $O^n(x)$ *et* $S^n(x)$ *permet de déduire d'une façon simple et rapide quatre de leurs propriétés principales* (5), (6), (7) *et* (8). (7) est une nouvelle relation ; à l'inverse de (5) elle conduit des fonctions $O^n(x)$ aux fonctions $S^n(x)$. Les trois autres sont bien connues.

» *Ces quatre relations subsistent quand on dérive les équations suivant* x.

» Cette proposition se démontre aisément, d'abord par la formule (6).

» D'après (4), on a

$$\frac{\partial S^{n+1}(x)}{\partial x} = -2\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} s f_n\,ds = \underbrace{-4\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} s^2 f_{n-1}\,ds}_{= -2\frac{\partial^2 S^n(x)}{\partial x^2}} \underbrace{- 2\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} s f_{n-2}\,ds}_{= \frac{\partial S^{n-1}(x)}{\partial x}}.$$

» On a donc

(10) $$\frac{\partial S^{n-1}(x)}{\partial x} - \frac{\partial S^{n+1}(x)}{\partial x} = 2\frac{\partial^2 S^n(x)}{\partial x^2}.$$

» Pour la formule (8), un raisonnement identique donne

$$\begin{aligned}\frac{\partial O^{n+1}(x)}{\partial x} &= -\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs}(s^2 f_n + s f_{n-1})\,ds\\ &= \underbrace{-2\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} s^2 (s f_{n-1} + f_{n-2})\,ds}_{=-2\frac{\partial^2 O^n(x)}{\partial x^2}} - \underbrace{\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs} s (s f_{n-2} + f_{n-3})\,ds}_{=\frac{\partial O^{n-1}(x)}{\partial x}},\end{aligned}$$

et enfin

(12) $$\frac{\partial O^{n-1}(x)}{\partial x} - \frac{\partial O^{n+1}(x)}{\partial x} = 2\frac{\partial^2 O^n(x)}{\partial x^2}.$$

» Pour la formule (7), il suffit de développer $\frac{\partial O^{n+1}(x)}{\partial x}$ et $\frac{\partial O^{n-1}(x)}{\partial x}$, et d'additionner :

$$\frac{\partial O^{n+1}(x)}{\partial x} + \frac{\partial O^{n-1}(x)}{\partial x} = -\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs}(s^2 f_n + s^2 f_{n-2} + s f_{n-1} + s f_{n-3})\,ds;$$

la substitution connue (p. 422) laisse

$$= -2\int_0^{\frac{N}{x}} e^{-xs}(s^3 f_{n-1} + s f_{n-1})\,ds.$$

D'où

(11) $$\frac{\partial O^{n+1}(x)}{\partial x} + \frac{\partial O^{n-1}(x)}{\partial x} = \frac{\partial^3 S^n(x)}{\partial x^3} + \frac{\partial S^{n-1}(x)}{\partial x}.$$

» Pour la formule (5), on peut remarquer que $O^n(x)$ se ramène, en étudiant la formule (1), à

$$O^n(x) = \frac{1}{2}S^{n-1}(x) - \frac{1}{2}\frac{\partial S^n}{\partial x}.$$

» Ceci développé pour $O^{n-1}(x)$ et $O^{n+1}(x)$, puis les valeurs réunies par soustraction, on obtient

$$2\frac{\partial O^n(x)}{\partial x} = \frac{\partial S^{n-1}(x)}{\partial x} + \frac{1}{2}\left(\frac{\partial S^{n+1}(x)}{\partial x} - \frac{\partial S^{n-1}(x)}{\partial x}\right);$$

donc

(9) $$\frac{\partial S^{n+1}(x)}{\partial x} + \frac{\partial S^{n-1}(x)}{\partial x} = 4\frac{\partial O^n(x)}{\partial x}.$$ C. Q. F. D.

» *Remarque sur les formules par différence.* — Les formules (6) et (8) conduisent à des sommations intéressantes, qui peuvent se résumer dans les deux lois suivantes :

» 1. *Une fonction bessélienne de deuxième espèce* $S^n(x)$ *ou* $O^n(x)$ *à indice*

positif, et prise négativement, est égale à deux fois la somme des dérivées suivant x de toutes les mêmes fonctions inférieures à indices positifs, mais de parité différente, moins une constante :

$$- S^n(x) = - \frac{2\sin^2 \frac{n\pi}{2}}{x} + 2 \sum_{\lambda=0}^{\lambda<\frac{n-1}{2}} \frac{\partial S^{n-(2\lambda+1)}(x)}{\partial x},$$

$$- O^n(x) = - \left[\frac{\sin \frac{n\pi}{2}}{x^2} + \frac{\sin \frac{(n-1)\pi}{2}}{x} \right] + 2 \sum_{\lambda=0}^{\lambda<\frac{n-1}{2}} \frac{\partial O^{n-(2\lambda+1)}(x)}{\partial x}.$$

» 2. *La somme de deux fonctions besséliennes de deuxième espèce* $O^n(x)$ *ou* $S^n(x)$, *à indices consécutifs, prise négativement, est égale à deux fois la somme des dérivées suivant x de toutes les mêmes fonctions inférieures à indices positifs, moins une constante :*

$$- [S^n(x) + S^{n-1}(x)] = - \frac{2}{x} + 2 \sum_{\lambda=1}^{\lambda=n-1} \frac{\partial S^\lambda(x)}{\partial x},$$

$$- [O^n(x) + O^{n-1}(x)] = - \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{x^2} \right) + 2 \sum_{\lambda=1}^{\lambda=n-1} \frac{\partial O^\lambda(x)}{\partial x}.$$

» Les formules (10) et (12) conduisent à des lois analogues pour les dérivées premières, considérées comme sommations de dérivées secondes.

» Les formules qui en résultent se déduisent facilement et donnent des valeurs analogues aux précédentes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les potentiels explosifs statique et dynamique. Réponse à M.* Jaumann. Note de M. **R. Swyngedauw**, présentée par M. Lippmann.

« Je demande la permission à l'Académie de répondre brièvement aux objections que M. Jaumann vient de formuler [1] contre mes recherches, dont les résultats ont été publiés presque entièrement dans les *Comptes rendus* [2].

» M. Jaumann admet l'exactitude de ces résultats pour mes propres

---

(1) *Wied. Ann.*, 1897, t. LXII, p. 396.

(2) 8 et 22 juillet 1896; voir aussi *Thèse*, Paris, 1897, ou *Éclairage électrique*, mai-juin 1897.

expériences; mais il en conteste l'extension à plusieurs de ses expériences personnelles que je n'avais pas encore réfutées. Je ne discuterai que la principale d'entre elles, me réservant de faire une réponse plus complète dans un autre endroit.

» M. Jaumann prend deux excitateurs identiques à pôles dissymétriques $e_1 E_1$, $e_2 E_2$. Les pôles e_1 et e_2 ont un faible rayon de courbure ($0^{mm},5$ à 5^{mm}); les pôles E_1 et E_2 ont un grand rayon de courbure (plus de $1^{cm},5$). On réunit métalliquement la petite boule de l'un des excitateurs à la grosse boule de l'autre par les conducteurs $e_1 E_2$, $e_2 E_1$; on joint respectivement $e_1 E_2$ et $e_2 E_1$ aux pôles d'une machine électrostatique par un conducteur interrompu par une étincelle de 1^{mm} de long f_1 et f_2.

» Le système est complètement isolé. On tourne la machine d'une façon continue : celle-ci se décharge par les excitateurs dérivés, tantôt par $e_1 E_1$, tantôt par $e_2 E_2$. Si les distances explosives sont convenablement réglées, les étincelles passent sensiblement avec la même fréquence en $e_1 E_1$ et en $e_2 E_2$; si alors on vient à toucher le conducteur $e_1 E_2$ en un point quelconque, toutes les étincelles éclatent *exclusivement* en $e_2 E_2$; de même, si l'on touche le conducteur $e_2 E_1$, les étincelles éclatent *exclusivement* en $e_1 E_1$.

» M. Jaumann explique cette expérience de la façon suivante : si l'on met le conducteur $e_1 E_2$ au sol, on supprime les brusques variations de potentiel aux pôles e_1 et E_2, dues à l'étincelle f_1, mais leur amplitude n'est pas modifiée sur les pôles isolés $e_2 E_1$. *Si l'on admet cette hypothèse que de brusques variations de potentiel diminuent le potentiel explosif, même si l'excitateur est dans l'obscurité,* et si l'on suppose de plus que ces variations ont un effet d'autant plus grand que le pôle a une courbure plus grande, l'expérience est compliquée.

» Je me propose de rendre compte de cette expérience par cette proposition *expérimentale : Pour un excitateur dissymétrique* à boules inégales, *le potentiel explosif statique* (mesuré à l'électromètre par la charge *lente* d'une machine électrostatique) *dépend du pôle qui est en communication avec le sol; il est le moins élevé si le pôle de plus grand rayon de courbure est au sol* (la différence est de l'ordre de $\frac{1}{20}$ dans le cas actuel).

» Au cours de ces expériences, je retrouvai cette proposition surabondamment démontrée par M. Heydweiler (¹), et qui avait glissé inaperçue; de sorte que, si l'on touche $e_1 E_2$, l'excitateur $e_2 E_2$ a le plus petit potentiel explosif, les étincelles passent exclusivement en $e_2 E_2$; si l'on touche $e_2 E_1$,

(¹) *Wied. Ann.*, t. XLVIII, p. 233.

l'excitateur $e_1 E_1$ a le plus petit potentiel explosif, les étincelles passent en $e_1 E_1$.

» L'expérience réussit aussi bien quand les étincelles f_1 et f_2 n'existent pas, c'est-à-dire si l'on charge les excitateurs dérivés par la méthode statique.

» De sorte que l'expérience de M. Jaumann me paraît propre à démontrer que, *si les potentiels explosifs de deux excitateurs sont égaux dans la charge statique, ils restent égaux dans la charge dynamique* (¹). »

PHYSIQUE. — *Procédé simple pour constater le changement de période de la lumière du sodium dans un champ magnétique.* Note de M. **A. Cotton** (²), présentée par M. J. Violle.

« I. On peut constater très facilement le changement de la période vibratoire de la lumière du sodium, découvert par M. Zeeman, à l'aide d'un procédé très simple qui ne nécessite aucun appareil dispersif. Ce procédé est fondé sur une propriété particulière des flammes donnant la lumière du sodium, qui me paraît particulièrement propre à mettre en évidence de faibles changements de période vibratoire.

» Ces flammes sont enveloppées d'une gaine non lumineuse, mais encore chaude, et renfermant du sodium, que plusieurs procédés peuvent mettre en évidence (³). Le plus simple consiste à regarder la flamme A, en la plaçant devant une autre B choisie convenablement. L'enveloppe gazeuse étant absorbante, les bords de la flamme A apparaissent noirs. Crookes a remarqué ce fait en observant deux flammes d'alcools, placées dans une enceinte où l'on a fait brûler du sodium (⁴). J'ai constaté qu'on peut le mettre en évidence à l'aide de flammes, où l'on introduit par les procédés habituels un sel de sodium; à condition que la partie éclairante de la flamme B soit mince et peu chargée de sodium, par conséquent d'un éclat médiocre (⁵).

(¹) Institut de Physique de l'Université de Lille, 26 novembre 1897.

(²) Laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Toulouse.

(³) Gouy, *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XVIII, p. 51 et 89; 1879.

(⁴) Cf. Mascart, *Optique*, t. III, p. 543.

(⁵) La flamme A ne doit pas être non plus trop brillante. J'emploie, par exemple, pour A une lampe à alcool, l'alcool renfermant un peu de bromure de sodium, et pour B un bec Bunsen ordinaire dont on approche une petite corbeille en fils de platine renfermant une trace du même sel.

» Ce sont là précisément les conditions dans lesquelles la lumière émise est la plus pure. On est ainsi conduit à penser que cette enveloppe extérieure de la flamme absorbe, comme toute vapeur renfermant du sodium, les radiations de la lumière du sodium, mais qu'elle ne présente dans cette région du spectre que deux raies d'absorption très étroites. C'est, en effet, ce qu'on peut constater directement à l'aide d'un spectroscope très dispersif. Cette propriété est due sans doute à la faible densité de la vapeur de sodium et à la valeur de la température dans cette partie de la flamme.

» *Ces raies d'absorption sont assez étroites pour que le changement très faible de la période vibratoire de la flamme* B, *produit par le champ magnétique, supprime l'absorption et fasse disparaître le bord noir de la flamme* A.

» II. Veut-on, en effet, constater le changement de période de la lumière émise *parallèlement* aux lignes de force, on munira l'électro-aimant de Ruhmkorff de deux armatures dont l'une est percée, et dont l'autre a, par exemple, la forme d'un cône arrondi. On place, un peu en dessous de cette armature, le brûleur B; puis, en dehors, à la sortie du canal traversant une des moitiés de l'électro-aimant, la seconde flamme A, dont on amène le bord sur le champ éclairé, limité par l'ouverture. On observe que ce bord noir disparaît *complètement* quand on excite l'électro-aimant.

» Pour les observations faites *perpendiculairement* aux lignes de force, on place entre les armatures formées, par exemple, de deux cônes arrondis, la flamme du brûleur B, et latéralement la seconde flamme. Le bord sombre de cette flamme *s'éclaircit*, lors du passage du courant, mais *ne disparaît pas*. Cela s'explique immédiatement puisque les vibrations parallèles aux lignes de force ne subissent aucun changement de période. En interposant, en effet, entre les deux flammes ou près de l'œil, un nicol, on observe qu'on n'a plus aucun changement lors de la fermeture du circuit, lorsque la petite diagonale du nicol est parallèle aux lignes de force. Si l'on tourne ce nicol de 90°, de façon à ne laisser passer que les vibrations normales au champ, le bord noir s'efface complètement par l'action du champ.

» III. On peut placer la flamme dont on observe le bord dans le champ magnétique, et l'autre flamme en dehors, de façon à étudier l'action du champ sur la couche absorbante elle-même. On observe encore la disparition du bord noir de la flamme lorsque le champ est suffisant. Je reviendrai prochainement sur ce point, qui est étroitement lié à l'explication des phénomènes de polarisation découverts par MM. Egoroff et Georgiewsky. M. Lorentz a précisément montré qu'on peut rattacher ces expériences à

celles de M. Zeeman, en tenant compte de l'absorption exercée, par les différentes couches de la flamme, sur les radiations qui les traversent (¹).

» *Observations.* — Je préciserai ailleurs les conditions expérimentales. Le courant utilisé était généralement de 14 ampères; mais on peut encore constater l'affaiblissement, sinon la disparition du bord noir, avec un courant moitié moindre. Je pense d'ailleurs qu'en choisissant convenablement la source de radiations ou la couche absorbante (par exemple en employant du sodium dans un tube vide), il sera possible de mettre en évidence des changements de période plus faibles, et, dans le cas de ces expériences, d'utiliser des champs moins intenses.

» Pour observer le bord noir qu'il s'agit d'étudier, il est très commode de projeter sur la seconde flamme, à l'aide d'une lentille convergente, l'image de la première. On peut utiliser une petite lunette pointée sur la seconde flamme, ce qui fixe la position de l'œil. Je dois cette modification à M. Bouasse qui a bien voulu m'aider dans ces expériences et vérifier mes conclusions. »

PHYSIQUE. — *Recherches osmotiques sur les solutions très étendues de sucre de canne.* Note de M. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Communication récente (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 559) j'exprimais l'espoir de présenter à l'Académie les résultats des recherches que j'avais entreprises pour mesurer directement la pression osmotique ou la hauteur osmotique des solutions très étendues : j'avais déjà, à cette époque, réussi à préparer, par le procédé de Pfeffer modifié, des vases à parois semi-perméables pour les solutions de sucre de canne, et recherché une méthode permettant de faire des mesures avec le plus de précision possible. Je m'étais arrêté à la méthode suivante :

» La solution de sucre est placée dans le vase à paroi semi-perméable, et ce dernier est plongé dans l'eau pure. Le bouchon du vase est traversé par un tube de verre, disposé verticalement, et dans lequel la solution existe jusqu'à une certaine hauteur, exerçant ainsi une pression dans l'intérieur du vase. Le tout étant placé dans une chambre où la température est aussi peu variable que possible, on note la position du niveau, toutes les vingt-quatre heures. On enlève de la solution, on en ajoute, suivant que le niveau s'est élevé ou abaissé dans l'intervalle de deux observations successives, et l'on cherche ainsi, par tâtonnements, la position du niveau correspondant à l'équilibre osmotique.

» Installé d'abord dans un sous-sol du laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne, j'ai dû, par suite des variations trop grandes de la

(¹) *Revue générale des Sciences* du 30 octobre 1897, p. 851.

température de l'air, disposer mes vases au fond d'un puits dépendant de ce laboratoire. Ici, la constance de la température m'a permis de modifier ma méthode de mesure afin de la rendre plus expéditive et d'éliminer ainsi l'influence des impuretés pouvant, avec le temps, souiller l'eau et les solutions : j'ai mesuré à différentes hauteurs la vitesse d'osmose, par le déplacement du niveau du liquide dans le tube osmotique, et j'en ai déduit la hauteur de vitesse nulle ou d'équilibre osmotique.

» J'ai remarqué qu'il était nécessaire de remplir les vases dans le puits, ces vases et la solution s'y trouvant déjà depuis plusieurs jours; d'opérer avec une solution de concentration invariable : cela, afin d'éviter les causes pouvant modifier pendant quelques jours la vitesse osmotique. Enfin, je n'ai conservé comme résultats définitifs que ceux où j'ai observé une réversibilité parfaite, c'est-à-dire ceux où j'ai mesuré des vitesses d'osmose positives et négatives, et où j'ai trouvé, à plusieurs jours d'intervalle, en un même point du tube, la même vitesse osmotique.

» La hauteur osmotique a dû être corrigée du poids de l'air déplacé et de l'excès dû au ménisque dans le tube osmotique.

» Résultats : 1ère *solution*. — $1^{gr},235$ par litre, à $11^{\circ},8$.

Vase A.................	hauteur osmotique	$H = 890^{mm}$
Vase B.................	»	$H = 861^{mm}$ et 867^{mm}

» Dans le vase A j'ai observé, à $0^{\circ},8$: $H = 846^{mm}$ (1).

» 2e *solution*. — $0^{gr},6175$ par litre à $11^{\circ},8$.

Vase B....................................	$H = 444^{mm}$ et 433^{mm}

» Ces résultats (présentés aux sociétés de Physique et de Chimie en juillet dernier) ont été complétés par d'autres, recherchés avec l'espoir d'obtenir une plus grande concordance.

1ère *solution*.	Vase A...............	$H = 870^{mm}$ et 873^{mm}
	Vase B...............	$H = 869^{mm}$, 873^{mm} et 867^{mm}
	Vase C...............	$H = 867^{mm}$

» La hauteur calculée, en admettant pour masse moléculaire du sucre

$$342^{gr},2 (O = 16),$$

pour volume moléculaire à 0° et à la pression de 76^{cm} : $22^{lit},373$ (gaz parfait, M. Leduc) et pour pression osmotique, la pression d'un gaz parfait de même concen-

(1) Cette observation a été faite dans une cave de la brasserie Dumesnil frères, à Paris.

tration moléculaire, est de 870^{mm}, à peu près égale à la moyenne des hauteurs expérimentales.

» *Conclusions*. — 1° Pour les solutions très étendues, le coefficient i de la relation de Van t'Hoff est égal à l'unité, de même que pour les solutions concentrées (Pfeffer, Naccari).

» 2° On doit rejeter l'hypothèse de la dissociation du sucre dans ses solutions aqueuses étendues (de M. Raoult); mes résultats cryoscopiques m'avaient déjà conduit à cette conclusion.

» 3° La seule mesure osmotique faite à 0°,8 donne : $i = 1,011$. Or, j'ai trouvé 18,77 pour abaissement moléculaire limite du sucre; j'ai calculé, au moyen d'une relation bien connue, ce qu'on appelle la *constante cryoscopique* de l'eau ($i = 1$) et obtenu 18,696; d'où $i = 1,004$.

» D'après les résultats osmotiques ci-dessus et mes expériences cryoscopiques je conclus que 18,70 peut être accepté comme constante cryoscopique de l'eau avec une erreur inférieure à $\frac{1}{200}$.

» Qu'il me soit permis de rappeler que mes résultats cryoscopiques différaient beaucoup de ceux de M. Raoult (d'au moins 6 pour 100) et d'ajouter que ce savant vient de publier récemment de nouveaux résultats sur les solutions de sucre, concordant assez bien avec les miens (*Comptes rendus*, 15 novembre 1897). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les isocyanurates alcooliques et la formule de constitution de l'acide cyanurique*. Note de M. **Paul Lemoult**.

« En même temps qu'il découvrait les éthers cyaniques (par l'action des éthers sulfuriques sur le cyanate de K), appelés depuis, par Cloëz, *éthers isocyaniques*, Wurtz signalait l'extrême facilité avec laquelle ces corps se polymérisent en donnant des composés à formule triplée, les éthers isocyanuriques. J'ai reproduit le travail de Wurtz, en vue de déterminer les chaleurs de formation des composés de ces deux séries, pour en déduire, par comparaison, la grandeur du phénomène thermique qui accompagne cette polymérisation; je vais exposer ici les résultats relatifs aux composés isocyanuriques.

» Les échantillons que j'ai employés proviennent, soit de la polymérisation spontanée des isocyanates bruts, soit du traitement par l'alcool du résidu de la préparation de ces corps, où l'on trouve une quantité appréciable de produit polymérisé. Dans tous les cas, quelques cristallisations

dans l'alcool donnent ces composés tout à fait purs; malheureusement les rendements sont faibles, surtout pour les composés méthyliques; ils ne dépassent pas, en produit brut, 10 à 15 pour 100 du cyanate de potassium mis en œuvre.

» *Isocyanurate triméthylique.* — Ce corps est en cristaux assez volumineux, fondant à 175°; leur teneur en Az, évaluée par la méthode à la chaux sodée, s'élève à 24,75 et 24,77 pour 100. Théorie pour $(OCAzCH^3)^3$: 24,56 pour 100.

» Ce corps brûle très facilement dans la bombe calorimétrique; néanmoins son inflammation exige la présence d'un corps facilement combustible, sans cela le corps fond au contact de la spirale de fer et empêche celle-ci de brûler; j'ai employé comme corps auxiliaire le coton-poudre, à raison de 5^{mgr} à 6^{mgr} par opération. Voici les résultats obtenus :

Poids de substance.	Calories dégagées.	Chaleur de combustion de 1^{gr}.
gr	cal	cal
0,7747	3181,4	4116,22
0,6830	2811,1	4115,82
0,6348	2617,14	4122,78
	Moyenne......	4118,27 par gramme

» On en déduit les résultats suivants :

	Chaleur de combustion moléculaire.	Chaleur de formation moléculaire.
A volume constant..........	$704^{Cal},22$	»
A pression constante........	$703^{Cal},8$	$172^{Cal},5$

» *Isocyanurate triéthylique.* — Ce corps est en beaux cristaux d'aspect soyeux, fondant à 95°; ce point de fusion est celui que Wurtz donne dans son Mémoire; c'est donc à tort qu'il a été contesté par Limpricht et Habich qui avaient indiqué 85°.

» La teneur en Az est de 19,75 pour 100. Théorie pour $(OCAzC^2H^5)^3$: 19,71 pour 100.

» L'inflammation de ce corps exige les mêmes précautions que celle du dérivé méthylique, puisqu'il fond à une température encore plus basse; mais la combustion est intégrale, comme le prouvent les résultats concordants qui suivent :

Poids de substance.	Calories dégagées.	Chaleur de combustion de 1^{gr}.
gr	cal	cal
0,4817	2645,24	5491,47
0,6151	3368,88	5476,96
0,5945	3257,78	5479,87
	Moyenne.......	5482,8 par gramme

ce qui conduit aux résultats suivants :

	Chaleur de combustion moléculaire.	Chaleur de formation moléculaire.
A volume constant	$1167^{Cal},83$	»
A pression constante	$1168^{Cal},27$	$197^{Cal},9$

» Comparons les chaleurs de combustion à pression constante de ces deux éthers; la différence entre ces deux nombres est $464^{Cal},5$ ou $154,8 \times 3$. Or le nombre 154,8 se confond avec la moyenne de ceux que l'on trouve quand on compare les chaleurs de combustion de deux corps homologues réguliers, c'est-à-dire homologues par introduction d'un CH^3 lié au carbone; les deux éthers étudiés sont donc des homologues réguliers.

» Comparons maintenant la chaleur de combustion de l'isocyanurate triméthylique ($703^{Cal},8$) à celle de l'acide cyanurique qui est 220^{Cal} (*Comptes rendus* du 19 août 1895); la différence entre ces deux quantités est $483^{Cal},8$ dont le tiers est $161^{Cal},3$. Ce dernier nombre dépasse notablement, et bien au delà des erreurs d'expériences, le nombre 157, maximum de l'augmentation de la chaleur de combustion entre deux homologues réguliers consécutifs : les trois groupes CH^3 ne sont donc certainement pas liés aux atomes de carbone de l'acide cyanurique. Ce même nombre 161,3 se rapproche, au contraire, très sensiblement du nombre $163\text{-}164^{Cal}$ relatif aux substitutions méthylées liées à l'Az; nous avons donc là un argument très sérieux en faveur de l'existence de ces substitutions dans l'isocyanurate triméthylique. La formule de constitution de l'acide cyanurique serait donc

```
             O
     H      //
     Az — C
    /       \
O = C         Az—H
    \       /
     Az — C
     |    ||
     H    O
```

celle d'un tricarbimide symétrique (formule ci-dessus), capable de supporter des substitutions, seulement par ses atomes d'azote; cette formule s'accorde très bien avec le phénomène du dédoublement de l'acide cyanurique, à la température ordinaire, sous l'influence des alcalis, en ammoniaque et CO^2 que j'ai établi antérieurement (*Comptes rendus* du 2 septembre 1895).

» Je me propose d'exposer prochainement des considérations du même genre sur d'autres combinaisons cyanogénées. »

THERMOCHIMIE. — *Quinones et hydroquinones.* Note de M. Amand Valeur.

« Les quinones et les hydroquinones ont été peu étudiées, au point de vue thermochimique; seules, la quinone ordinaire et l'hydroquinone ont fait l'objet de déterminations de ce genre. J'étudie dans cette Note quelques homologues de ces corps.

» *Quinone ordinaire ou benzoquinone.* — Les nombres donnés jusqu'ici pour la chaleur de combustion de 1^{gr} de substance sont 6102^{cal} [Berthelot et Recoura, *Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. XIII, p. 309; 1888] et 6061^{cal} (Berthelot et Louguinine, *Ibid.*, p. 333). M. Berthelot adopte la moyenne entre ces deux nombres soit $656^{Cal},8$ par molécule. La moyenne de mes déterminations pour 1^{gr} a été de $6091^{cal},2$, nombre compris entre les deux précédents; il n'y a donc pas lieu de modifier le nombre $656^{Cal},8$. Chaleur de formation pour les éléments : $+47^{Cal},0$.

» *Toluquinone.* — Ce composé a été préparé par oxydation de l'*o*-toluidine et purifié par plusieurs cristallisations dans l'eau chaude (point de fusion 68°). La combustion de 1^{gr} de substance a donné : $6590^{cal},2$, $6606^{cal},2$, $6597^{cal},7$, $6601^{cal},2$, soit $6598^{cal},8$ en moyenne. On en déduit, pour une molécule $C^7H^6O^2 = 122$:

Chaleur de combustion à volume constant....	$805^{Cal},05$
» » pression constante..	$805^{Cal},3$

» Chaleur de formation à partir des éléments [C. (diamant), H, O]: $Q = +61^{Cal},8$.

» *Thymoquinone.*—Le produit, après plusieurs cristallisations dans l'alcool aqueux, fond à 45° et donne des chiffres corrects à l'analyse. On a trouvé : chaleur de combustion de 1^{gr} à volume constant : $7773^{cal},6$; $7761^{cal},5$; $7759^{cal},7$; moyenne : $7764^{cal},9$. D'où, pour une molécule $C^{10}H^{12}O^2 = 164$:

Chaleur de combustion à volume constant............	$1273^{Cal},4$
Chaleur de combustion à pression constante.........	$1274^{Cal},6$

ce qui donne, pour chaleur de formation à partir des éléments, $+82^{Cal},4$.

» *Hydroquinone ordinaire.* — Ce corps a été purifié par plusieurs cristallisations dans l'eau chaude. On a trouvé pour la combustion de 1^{gr}: $6238^{cal},9$; $6213^{cal},0$; $6238^{cal},8$; $6224^{cal},7$; moyenne : $6228^{cal},8$. En rapportant à la molécule on trouve :

Chaleur de combustion à pression constante...........	$685^{Cal},4$

qui concorde exactement avec le nombre $685^{Cal},5$ précédemment trouvé par MM. Berthelot et Louguinine (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XIII, p. 335; 1888).

» Formation par les éléments : $+87^{Cal},3$.

» *Hydrotoluquinone.* — Ce diphénol, préparé par réduction de la quinone correspondante et purifié par cristallisations répétées dans C^6H^6, fond à 126°. La combus-

tion de 1^{gr} a donné les nombres suivants : $6744^{cal},9$; $6738^{cal},9$; $6750^{cal},3$; moyenne : $6744^{cal},7$. En rapportant à la molécule $C^7H^8O^2 = 124$:

Chaleur de combustion à volume constant.	$836^{Cal},3$
Chaleur de combustion à pression constante	$836^{Cal},9$

ce qui donne $+ 99^{Cal},2$ pour la chaleur de formation à partir des éléments.

» *Hydrothymoquinone.* — Après cristallisation dans l'alcool aqueux, ce corps fond à 139°. La combustion donne, pour 1^{gr} : $7877^{cal},4$; $7875^{cal},4$; $7887^{cal},6$; soit $7880^{cal},1$ en moyenne. D'où, pour une molécule $C^{10}H^{14}O^2 = 166$:

Chaleur de combustion à volume constant	$1308^{Cal},1$
» à pression constante.	$1308^{Cal},6$

ce qui donne, pour la chaleur de formation à partir des éléments : $+117^{Cal},4$.

» Si l'on considère les nombres précédents, on remarque que la différence entre les chaleurs de formation de la toluquinone et de la quinone ordinaire est considérable ($14^{Cal},8$), alors qu'entre la benzine et le toluène on trouve seulement $6^{Cal},4$.

» C'est un fait qui n'est pas spécial à la série des quinones, mais qu'on retrouve dans la classe des phénols, des amines, etc., où la différence entre les chaleurs de formation du premier et du second terme atteint une valeur encore plus grande ($19^{Cal},5$ entre phénol et *o*-crésylol, $17^{Cal},1$ entre aniline et *o*-toluidine).

» Mais si l'on néglige les premiers termes de chaque série, on constate qu'entre les phénols et les quinones les relations d'homologie sont parallèles ; ainsi l'on a, pour les chaleurs de formation :

o-crésylol.	$56^{Cal},3$	différence : $19^{Cal},7$.
Thymol.	76^{Cal}	

De même

Toluquinone.	$61^{Cal},8$	différence : $20^{Cal},6$.
Thymoquinone.	$82^{Cal},4$	

» De sorte que la différence entre les chaleurs de formation d'une quinone et du phénol correspondant (les premiers termes exceptés) paraît être un nombre sensiblement constant : 6^{Cal} environ.

» Je me propose de vérifier si cette relation s'applique à d'autres quinones des séries benzénique et naphtalénique.

» Enfin, on déduit des déterminations qui précèdent les équations

thermiques suivantes, qui expriment la réduction des quinones en hydroquinones :

	Cal
Quinone ordinaire + H^2 = Hydroquinone........	+40,3
Toluquinone + H^2 = Hydrotoluquinone..........	+37,4
Thymoquinone + H^2 = Hydrothymoquinone......	+35,0

» Le dégagement de chaleur qui accompagne la réaction diminue donc à mesure que le poids moléculaire augmente; en d'autres termes, des trois quinones considérées, c'est la quinone ordinaire qui a le pouvoir oxydant le plus marqué. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la transformation de la sorbite en sorbose par le* Mycoderma vini. Note de M. A. **Matrot**, présentée par M. Guignard.

« On a observé fréquemment l'oxydation biologique des hexites : en particulier, Brown a transformé la mannite en lévulose à l'aide du *Bacterium aceti;* M. Bertrand a changé la sorbite en sorbose par l'intervention d'une bactérie analogue. Tout récemment, MM. Vincent et Delachanal ont produit de la lévulose à partir de la mannite en employant la même bactérie que M. Bertrand. Les bactéries considérées dans les expériences précitées ne sont pas les seuls microbes capables d'effectuer de semblables oxydations. Pasteur avait reconnu qu'une levure, le *Mycoderma vini,* détruisait un grand nombre de substances hydrocarbonées.

» J'ai observé qu'en abandonnant des jus de sorbes à l'air, comme le faisait Pelouze, pour oxyder la sorbite qu'ils renferment et la changer en sorbose, on obtient, suivant les circonstances, des résultats très discordants; cela m'a expliqué les difficultés et les contradictions que l'on a rencontrées en répétant l'expérience initiale de Pelouze. Dans un petit nombre de cas, cependant, la production de l'hexose est considérable; dans tous, le liquide est recouvert d'un voile analogue à celui des mycolevures.

» Les levures aérobies pouvaient être, d'après cela, des agents actifs d'oxydation de la sorbite. J'ai entrepris de contrôler cette supposition et de rechercher, parmi les mycodermes dont j'avais constaté la présence, l'agent ou les agents de la fixation de l'oxygène de l'air. J'ai aussi cherché les conditions favorables au développement et à l'action de ces microrganismes.

» Le jus de sorbes est le liquide que j'ai employé le plus couramment pour mes cultures. Je l'ai préparé avec des sorbes recueillies à l'arrière-saison. Celles-ci ont été pressées, et le moût soumis à la fermentation alcoolique pour détruire les sucres fermentescibles; sa densité était d'environ 1,05.

» J'ai abandonné à eux-mêmes, simultanément et dans des conditions variées, plusieurs échantillons de jus de sorbes. Au bout de quelques jours, j'ai dosé le sucre réducteur dans chacun d'eux. Dans un de ces échantillons, exposé à une température de 25° à 35°, j'ai trouvé la sorbose en assez grande proportion. Examiné au microscope, le voile qui recouvrait le liquide riche en sucre réducteur était formé de cellules analogues à celles des levures, et de bactéries en moindre abondance.

» J'ai séparé ces deux espèces bien distinctes de microrganismes et je les ai ensemencées sur le liquide de culture stérilisé. Les levures effectuaient l'oxydation; les bactéries ne la réalisaient pas. Il était donc impossible de confondre ce ferment avec ceux étudiés par Brown et par M. Bertrand. M. Bourquelot, dont on connaît la compétence en cette matière, a bien voulu examiner ces mycodermes; il leur a trouvé toutes les apparences des fleurs de vin.

» J'ai alors ensemencé du jus de sorbes avec de la fleur de vin ordinaire et j'ai obtenu, à 30°, une rapide production de sucre réducteur. D'un autre côté, j'ai ensemencé, de même, du vin avec le ferment recueilli sur la culture riche en sorbose; il a recouvert ce liquide du voile caractéristique et son examen au microscope l'a montré formé de cellules identiques à celles du *Mycoderma vini*. Enfin, des essais variés de culture, effectués comparativement avec les deux mycodermes, m'ont donné des végétations de même apparence dans tous les cas. D'autre part, j'ai extrait le sucre réducteur produit dans de nombreuses expériences de ce genre. Je l'ai trouvé constamment identique à la sorbose, quel qu'ait été le ferment employé dans l'oxydation.

» J'ai cru, dès lors, pouvoir admettre, dans une certaine mesure, que le ferment que j'avais isolé sur le jus de sorbes est identique au *Mycoderma vini*.

» Il restait à caractériser plus précisément le sucre résultant de l'oxydation.

» Celui-ci se comportait, vis-à-vis des dissolvants, comme la sorbose obtenue par la méthode de M. Bertrand. Combiné à la phénylhydrazine dans les conditions adoptées par M. Maquenne [1], le poids d'osazone obtenu (0,82) correspondait au rendement caractéristique de la sorbosazone; le point de fusion du produit (164°) était bien celui indiqué pour le dérivé de la sorbose. Le sucre formé par l'oxydation était donc de la sorbose.

» Des fermentations faites à diverses températures m'ont montré que la plus favorable était 30°. A cette température, l'oxydation de la sorbite est réalisée par le *Mycoderma vini* avec une rapidité beaucoup plus grande que par les bactéries employées jusqu'ici.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 799.

» J'ai été conduit ainsi à adopter la méthode suivante pour préparer la sorbose :

» Le jus de sorbes est débarrassé, par la fermentation alcoolique, des sucres capables de la subir. Il est ensuite placé, sous une faible épaisseur, dans des vases à fond large; on peut employer avec avantage des cuvettes pour photographie. On ensemence largement de fleurs de vin et l'on met à l'étuve à 30°. La marche de l'opération est suivie par des essais à la liqueur de Fehling. L'oxydation est terminée quand la réduction n'augmente plus. Sa durée varie avec la surface du liquide. Avec une surface de 3^{dmq} pour 1^{lit} la proportion augmente d'environ 10^{gr} par vingt-quatre heures.

» La fermentation terminée, on défèque le liquide par l'acétate de plomb. L'excès de plomb est enlevé par l'acide sulfurique, et le liquide est filtré. On évapore au bain-marie ou dans le vide jusqu'à consistance de sirop; la sorbose cristallise par refroidissement. On la purifie par recristallisation.

» On peut obtenir de la même manière la sorbose avec la sorbite pure ou avec les résidus incristallisables de la préparation de celle-ci. On dissout dans du vin ou dans un liquide nutritif artificiel. La proportion de sorbite ne doit pas dépasser 10 pour 100. Il arrive parfois que le ferment ensemencé sur ces solutions ne vit pas. On tourne la difficulté en cultivant le mycoderme sur un peu de vin; lorsque le microbe en recouvre la surface, on enlève le liquide sous-jacent et on le remplace par la solution de sorbite. La fermentation se continue dès lors régulièrement.

» En terminant j'ajouterai quelques mots sur un autre ordre de faits. J'ai remarqué que, suivant la nature des liquides sur lesquels il est cultivé et aussi suivant la température, le *Mycoderma vini* se développe différemment et prend des formes variées. Qu'il s'agisse de plusieurs formes ou, ce qui est moins vraisemblable, de plusieurs espèces, l'action exercée sur les alcools polyatomiques par ces végétaux de formes différentes est elle-même différente.

» Je poursuis l'étude de ces particularités que j'ai déjà constatées dans un assez grand nombre d'expériences (¹). »

ZOOLOGIE. — *Sur les feuillets germinatifs des Coléoptères.* Note de M. A. Lécaillon, présentée par M. Guignard.

« Les nombreux travaux publiés sur l'embryogénie des Insectes présentent entre eux une discordance considérable sur tout ce qui regarde l'ori-

---

(¹) Ces recherches ont été faites et sont continuées au laboratoire de M. Jungfleisch.

gine des feuillets germinatifs. Jusqu'à ces dernières années, presque tous les auteurs tendaient cependant à admettre que la segmentation de l'œuf aboutissait à la formation d'une vésicule blastodermique composée d'une paroi cellulaire entourant le vitellus nutritif. Au milieu de celui-ci restaient disséminées un certain nombre de cellules dites *cellules vitellines,* lesquelles avaient pour rôle de digérer peu à peu le deutolécithe. De cette vésicule, sur le milieu de la face ventrale de l'œuf, naissait, par une *gastrulation* plus ou moins typique, une bande cellulaire qui pénétrait à l'intérieur et constituait un *mésoendoderme,* tandis que l'ectoderme définitif se formait aux dépens du reste de la paroi ventrale de la vésicule blastodermique. Le mésoendoderme se séparait ensuite en deux parties : le mésoderme proprement dit et l'endoderme chargé de former l'épithélium de l'intestin moyen. C'est dans cet esprit qu'ont été faits les plus importants travaux sur les Coléoptères, par exemple ceux bien connus de Graber, d'Heider et de Wheeler.

» Or, tout récemment, dans une série de travaux remarquables, R. Heymons, chargé de cours et assistant à l'Institut zoologique de Berlin, est arrivé à cette conclusion que chez les Orthoptères inférieurs comme le Lépisme, les cellules vitellines forment l'épithélium de l'intestin moyen, tandis que chez les Orthoptères élevés comme la Forficule, la Blatte et le Grillon, le même épithélium résulte de proliférations ectodermiques provenant du stomodeum et du proctodeum. Heymons en conclut que les cellules vitellines représentent l'entoderme, et que, si ce dernier forme bien chez les Orthoptères inférieurs l'épithélium du mésentéron, il n'en est plus de même pour les Orthoptères supérieurs. Ces observations d'Heymons ont un grand intérêt si on les envisage au point de vue de l'embryologie générale, puisqu'elles attestent que, dans un même groupe animal, l'épithélium de l'intestin moyen peut tirer son origine soit de l'entoderme, soit de l'ectoderme. L'auteur allemand s'appuie même sur elles pour combattre très vivement l'idée généralement admise de l'importance des feuillets germinatifs et de l'importance qui résulte de l'homologie de ces feuillets dans toute la série des Métazoaires.

» J'ai, de mon côté, étudié la formation des feuillets germinatifs chez un certain nombre de Coléoptères, particulièrement chez le *Clytra lœviuscula,* le *Gastrophysa polygoni,* l'*Agelastica alni,* le *Lina populi,* le *Lina tremulæ* et le *Chrysomela menthastri.* Les faits qui résultent de mes observations sont complètement différents de ceux que les travaux de Graber, d'Heider et de Wheeler avaient fait passer dans la Science, et concordent, au con-

traire, en très grande partie, avec les résultats obtenus par Heymons chez les Orthoptères supérieurs. Ces faits peuvent se mentionner très brièvement de la façon suivante :

» 1° L'œuf subit une segmentation intravitelline. Pour cela, le noyau de segmentation et la couche protoplasmique propre qui l'entoure se comportent comme première cellule de segmentation. Cette cellule se divise en deux cellules filles qui grandissent, puis se divisent à leur tour et ainsi de suite. En même temps, les cellules se déplacent dans l'intérieur de l'œuf. Certaines d'entre elles vont faire une couche continue à la périphérie, tandis que les autres restent réparties daus la masse vitelline. Ce stade a été considéré jusqu'ici comme une blastula et désigné par le nom de *stade blastodermique*. En réalité, *il correspond au stade gastrula*. L'assise périphérique est en effet l'ectoderme et les cellules internes sont l'entoderme. Le stade blastula a été sauté par suite d'un phénomène d'abréviation embryogénique, abréviation liée comme toujours à la richesse de l'œuf en réserves nutritives.

» 2° Le mésoderme se sépare de l'ectoderme sous la forme d'une étroite bande cellulaire longitudinale et médiane qui fait presque tout le tour de l'œuf suivant le plan de symétrie du futur embryon. Cette bande mésodermique est interrompue seulement sur la région dorsale moyenne de l'œuf. Elle se sépare de l'ectoderme différemment, suivant que l'on considère sa région moyenne (située le long de la face ventrale de l'œuf) ou ses deux extrémités. La région moyenne commence à se former tout d'abord; pour cela, les cellules ectodermiques situées sur la région médio-ventrale de l'œuf s'allongent perpendiculairement à la surface de l'œuf et se pressent plus fortement l'une contre l'autre; la plaque ectodermique ainsi modifiée s'invagine peu à peu à l'intérieur de l'œuf en prenant d'abord la forme d'une gouttière. C'est cette gouttière qui fut interprétée inexactement par Hœckel et les embryologistes qui suivirent, tels que Graber, Heider, Wheeler, comme une gastrula. Or, comme je l'ai indiqué plus haut, le stade gastrula est bien antérieur et ne se manifeste pas par une invagination typique. Les deux extrémités de la bande mésodermique se séparent de l'ectoderme non plus par invagination, mais par prolifération cellulaire. Cette prolifération se fait au fond et sur les parois d'un canal qui prolonge en avant et en arrière, sur l'ectoderme, la gouttière de la région ventrale.

» 3° Ultérieurement, les cellules endodermiqnes restent disséminées dans le vitellus nutritif qu'elles digèrent peu à peu; mais c'est là leur seul rôle, et elles n'entrent jamais dans la constitution de l'épithélium de l'intestin moyen. Ce dernier épithélium se forme relativement très tard au moyen de bandes cellulaires qui partent du stomodeum et du proctodeum. Il n'est pas possible de considérer ces bandes cellulaires ectodermiques comme représentant l'entoderme.

» En résumé, chez les Coléoptères que j'ai mentionnés plus haut, et il en est certainement de même chez la plupart des Insectes, le stade blastula n'apparaît pas dans le développement; le stade gastrula succède immédiatement à la segmentation et n'offre pas d'invagination typique; il ne se forme pas de mésendoderme, mais simplement un mésoderme par invagi-

nation ou par prolifération ectodermique; l'entoderme est employé uniquement à digérer les réserves vitellines et ne fournit pas l'épithélium intestinal moyen, lequel est d'origine ectodermique. Quant à ce dernier fait, il prouve que chez les Coléoptères comme chez les Orthoptères supérieurs, l'intestin moyen n'est pas l'homologue de l'intestin moyen des Insectes inférieurs. Cette anomalie présentée par la classe des Insectes est un fait absolument exceptionnel, même si l'on envisage le règne animal tout entier. On peut, je pense, l'expliquer par le rôle digestif spécial que remplissent, pendant toute la durée du développement, les cellules entodermiques restées disséminées dans la masse vitelline. Ces cellules deviennent ainsi, en quelque sorte, inaptes à se grouper pour faire l'épithélium intestinal et celui-ci doit se produire par un autre moyen. Déjà chez le Lépisme, les cellules vitellines n'arrivent à faire l'épithélium de l'intestin moyen qu'après l'éclosion de la larve. Cette circonstance défavorable est disparue chez les Insectes supérieurs, mais c'est l'ectoderme qui supplée à l'inaptitude acquise de l'entoderme et forme l'épithélium du mésentéron. Si l'on remarque, enfin, que l'anomalie dont il s'agit ici se rapporte à un groupe d'animaux à embryogénie excessivement condensée et modifiée, on peut conclure qu'elle ne peut guère diminuer l'importance que l'on attache à l'homologie des feuillets embryonnaires dans la série des Métazoaires et aux conséquences que l'on tire d'ordinaire de cette homologie. »

ZOOLOGIE. — *Sur le Rouget de l'homme.* Note de M. Brucker, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le *Rouget*, ou *aoutât*, est un parasite de l'homme qui produit sur lui, en août et septembre, une éruption de boutons appelée *érythème automnal*. Ces boutons sont accompagnés de démangeaisons très fortes et disparaissent d'eux-mêmes en quelques jours.

» Ce parasite fut d'abord considéré comme un Acarien adulte et nommé *Leptus autumnalis*. En 1876, M. Mégnin l'a déterminé comme larve hexapode de *Trombidion*. Mais la détermination spécifique n'a pas été faite jusqu'ici d'une manière définitive. Il y a deux espèces de Trombidions communes dans nos pays : *Trombidium gymnopterorum* et *Trombidium holosericeum*. Leurs larves hexapodes vivent sur divers animaux, arthropodes, oiseaux et mammifères. Le *Leptus autumnalis* a été rapporté tantôt à l'une, tantôt à l'autre de ces espèces; et dans son grand Ouvrage sur les

Acariens d'Italie, Berlese l'attribue tantôt à la première (*Acari, Myriap. et Scorp. hucusque in Italia repert.; ordo prostigmata*, p. 95), tantôt à la seconde (*Ibid.*, p. 102 et 110).

» L'obscurité de la question tient à ce que, jusqu'ici, on n'a jamais décrit avec détail de *Leptus pris sur l'homme*. Il est du reste assez difficile de se les procurer, malgré leur abondance, à cause de leur petitesse.

» Or les larves de ces deux espèces ont été étudiées avec soin par Henking et Berlese. Henking (*Zeitsch. für wissensch. Zool.*, t. XXXVII, 1882) a décrit et figuré des larves hexapodes provenant de *Trombidium gymnopterorum* élevés en captivité; Berlese (*loc. cit.*) a décrit et figuré celles de *Trombidium holosericeum* et de *Tr. gymnopterorum* prises sur divers animaux.

» Ayant recueilli *sur l'homme* plusieurs Rougets, je les ai minutieusement comparés avec ces larves. J'ai ainsi examiné avec soin la forme des poils, des yeux, des orteils, des pédipalpes; la distribution des poils sur ces articles; la forme des orteils des pattes et leurs griffes terminales.

» Le résultat de cette comparaison est que le Rouget de l'homme est la larve du *Trombidium gymnopterorum*.

» J'ai aussi trouvé cette larve sur des rats (*Mus rattus*) et des merles. Je l'ai également recueillie à l'état de liberté sur diverses plantes, en particulier sur des pieds de haricots; et l'extrême abondance des adultes et des nymphes de *Trombidium gymnopterorum* sans un seul *Trombidium holosericeum*, recueillis en même temps, rendaient presque évidente *a priori* notre détermination.

» Comme il est possible que, sur divers points, il y ait diverses larves de Trombididés attaquant l'homme, il est bon d'indiquer les points où on les recueille. Les miennes l'ont été à Semur-en-Auxois (Côte-d'Or) où l'érythème automnal est presque général en août et septembre. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la culture du Nostoc punctiforme en présence du glucose*. Note de M. **Raoul Bouilhac**, présentée par M. Dehérain.

« Je cultive le Nostoc punctiforme dans une solution nutritive, dont j'ai donné la composition quand, pour la première fois, j'ai entretenu l'Académie des recherches que je poursuis sur ce sujet.

» Ces solutions, exemptes d'azote et de matières organiques, sont introduites dans des matras et stérilisées : après quoi, je les ensemence avec un fragment de Nostoc recouvert de microbes fixateurs d'azote. L'algue végète

ainsi normalement, en utilisant l'acide carbonique aérien et grâce aux microbes qui fixent sur elle l'azote libre : elle forme plus tard une nappe verte qui recouvre la surface de la solution.

» Une culture de Nostoc est vite compromise, lorsqu'elle est exposée à des rayons trop vifs. D'autre part, j'ai observé que des rayons de faible intensité ne donnent plus à cette algue les moyens de décomposer l'acide carbonique contenu dans l'atmosphère.

» Je me suis alors posé la question suivante : le Nostoc punctiforme, insuffisamment éclairé et, par suite, n'ayant plus à sa disposition toute l'énergie lumineuse qui lui est indispensable pour végéter, devient-il capable de changer sa manière de vivre et de se développer comme un Cryptogame dépourvu de chlorophylle, c'est-à-dire aux dépens d'une matière organique.

» En premier lieu, j'ai reconnu ceci : le Nostoc punctiforme vit dans une solution contenant 1 pour 100 de glucose; en proportion plus forte, le glucose ne tarde pas à devenir nocif pour cette plante.

» J'ai ensuite disposé les deux expériences que je vais mentionner :

» *Expérience I.* — Trente matras de culture, d'une capacité de 1^lit, sont préparés : chaque matras contenait 0^lit,5 de ma solution.

» Vingt-quatre de ces matras pris comme témoins furent ensemencés avec un fragment de Nostoc recouvert de microbes fixateurs.

» J'ensemençais de même les six matras qui restaient, mais après avoir additionné leurs solutions d'une quantité de glucose assez faible pour ne pas être nocive.

» A la fin du mois de mai, ces trente matras furent placés les uns à côté des autres dans la partie d'une serre où les radiations arrivent trop faibles pour laisser au Nostoc la propriété de décomposer l'acide carbonique.

» Au 1er octobre, je mis fin à l'expérience dont les résultats sont consignés dans le Tableau suivant :

Numéros des matras.	Volume de la solution nutritive versée dans chaque matras.	Glucose contenu dans 1^lit de la solution nutritive utilisée.	Poids du glucose introduit dans chaque matras.	Poids du glucose restant dans le matras à la fin de l'expérience.	Poids du glucose disparu.	Poids des récoltes de Nostoc pesées à l'état sec.
24 témoins, du n° 1 au n° 24...	lit 0,5	néant	néant	néant	néant	néant
		gr	gr	gr	gr	gr
25...............	0,5	3	1,5	0,581	0,919	0,160
26...............	0,5	3	1,5	0,547	0,953	0,180
27...............	0,5	6	3,0	1,009	1,991	0,364
28...............	0,5	6	3,0	1,084	1,916	0,360
29...............	0,5	6	3,0	1,205	1,795	0,303
30...............	0,5	9	4,5	2,335	2,165	0,300

» *Expérience II.* — A la fin du mois de juillet, j'ai placé un matras de culture dans une armoire hermétiquement close, située elle-même dans une chambre dont les fenêtres étaient entièrement recouvertes par des volets.

» Ce matras se trouvait ainsi dans une obscurité complète, au sens vulgaire du mot. Je dois dire cependant qu'une plaque Lumière, laissée quarante-huit heures au même endroit, a été impressionnée.

» Il contenait $0^{lit},5$ de ma solution nutritive, à laquelle j'avais ajouté 3^{gr} de glucose, et fut ensemencé avec un fragment de Nostoc recouvert de microbes fixateurs.

» Au commencement d'octobre, je retirai le matras. Malgré ce séjour prolongé dans l'obscurité, l'algue s'était bien développée et elle présentait une coloration d'un vert plus clair que les individus qui avaient servi à l'ensemencement.

» Cette circonstance m'engagea à soumettre la plante à l'examen de M. Bornet, qui voulut bien me remettre la Note suivante :

» Le Nostoc dont vous m'avez communiqué un fragment est très pur. Mais il diffère à certains égards des échantillons que vous m'avez soumis antérieurement et dont il est sorti. Les filaments sont enroulés en pelotons moins denses et, à la périphérie du thalle, ils sont à peine flexueux et sont entrelacés si lâchement qu'ils font penser au Nostoc piscinal. En outre, les spores sont presque toutes en germination.

» Ces effets sont dus vraisemblablement à une végétation plus active, résultant d'une alimentation plus abondante. De nouvelles expériences sont en cours d'exécution.

» *Conclusions.* — De ces expériences se dégagent les conclusions suivantes :

» 1° Le Nostoc punctiforme fabrique de la matière organique à l'aide de l'acide carbonique aérien et de l'azote libre, lorsqu'il est ensemencé dans une solution nutritive additionnée de microbes fixateurs d'azote, mais à la condition d'être régulièrement éclairé.

» 2° Il cesse de végéter aussitôt que, dans ces conditions, il est privé de radiations lumineuses suffisamment intenses.

» 3° Malgré une lumière insuffisante, il pourra encore végéter s'il trouve dans sa solution minérale une matière organique telle que le glucose.

» 4° Soustrait complètement, comme je l'ai indiqué plus haut, à l'influence des radiations lumineuses, il fabriquera encore de la matière verte.

» Cette algue, à l'obscurité, peut rester verte au lieu de devenir jaune comme une plante à chlorophylle ordinaire [1]. »

---

[1] Je remercie une fois de plus M. Bornet de l'extrême complaisance qu'il a mise à examiner les plantes en expériences.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la caractéristique d'excitation des nerfs et des muscles.* Note de M. G. **Weiss**, présentée par M. Marey.

« M. le Dr Dubois, de Berne, a publié dans les *Comptes rendus* (12 juillet 1897) une Note dont les conclusions paraissent contraires aux résultats que j'ai obtenus et fait connaître à diverses reprises, sur l'excitation des nerfs et des muscles. Je voudrais expliquer en quoi cette contradiction n'est qu'apparente, les expériences de M. Dubois étant confirmatives de ma manière de voir.

» A la suite de ses expériences sur l'excitation des nerfs et des muscles, M. d'Arsonval a admis que l'élément important de l'excitation était la variation de potentiel au point de contact de l'électrode négative. Ces variations de potentiel pouvaient être enregistrées directement à l'aide d'un dispositif indiqué par M. d'Arsonval, et la courbe représentative $E = f(t)$ est ce que l'auteur appelait la *caractéristique d'excitation*.

» De mon côté, je considère que l'excitation électrique des nerfs et des muscles, aussi bien que toute autre action électrique, est parfaitement définie lorsque l'on connaît la loi $I = f(t)$ suivant laquelle varie le courant électrique traversant l'organe en expérience. Toutes les expériences publiées et toutes celles que j'ai imaginées moi-même peuvent s'expliquer de cette façon, je ne connais pas une seule exception; mais la loi est souvent masquée et n'apparaît qu'après une discussion minutieuse.

» Pour le faire comprendre, j'aurai recours à une comparaison, quelque imparfaite qu'elle puisse être. Quand on fait l'étude des moteurs hydrauliques, on trouve que l'énergie empruntée à l'eau par le moteur est égale à la perte d'énergie potentielle et cinétique de cette eau. Cette loi est absolument générale. Mais si, en particulier, on expérimente sur des dispositifs différents, les divers facteurs qui entrent dans la perte d'énergie de l'eau pourront dominer suivant les cas. En étudiant une roue à auges, on trouvera que le travail produit dépend de la quantité d'eau débitée; pour une roue en dessous, ce sera la vitesse du courant d'eau qui sera l'élément dominant; pour une turbine, le travail variera avec la pression, et ainsi de suite. Il n'en est pas moins certain que la loi générale restera l'expression de la vérité.

» De même quand, dans l'action de l'électricité, on connaît la loi $I = f(t)$ le problème est déterminé; mais, suivant les cas, les divers facteurs

qui influent sur la fonction $f(t)$ pourront prendre plus d'importance les uns que les autres. Dans la courbe $I = f(t)$ il y a surtout deux choses à considérer :

» 1° Le coefficient angulaire de la tangente à la courbe, donné par $\frac{dI}{dt}$ et représentant la variation d'intensité du courant ;

» 2° La surface comprise entre la courbe et l'axe des abscisses représentant la quantité d'électricité en jeu.

» Ces éléments, comme la courbe $I = f(t)$, dépendent de diverses variables : la force électromotrice E, la résistance des conducteurs R, leur capacité C, leur self-induction L. Suivant les expériences, ces divers éléments pourront prendre une importance prédominante, sans que les résultats, contradictoires en apparence, puissent être opposés les uns aux autres.

» En particulier, il est aisé de voir que, dans toutes les expériences d'Anfinoff et de Dubois, les effets observés dépendent de la variation de forme de la courbe $I = f(t)$. »

PHYSIOLOGIE HUMAINE. — *Étude des sons de la parole par le phonographe.* Note de MM. **Marichelle** et **Hémardinquer**, présentée par M. Marey.

« Nous avons repris, par la photographie, les expériences entreprises par Hermann, Bœke, Pipping, etc. sur les sillons du phonographe, et nous avons cherché à en tirer des conclusions relativement à la formation des sons de la voix humaine.

» Les premières applications de la méthode graphique à l'étude de la parole, faites au laboratoire de M. Marey par M. Rosapelly, ainsi que les expériences de MM. Demeny et Marichelle sur la chronophotographie de bouches parlantes, avaient spécialement pour objet l'inscription des mouvements des organes phonateurs. D'autre part, on se rappelle les recherches faites au moyen du phonautographe de Scott et de l'appareil à flammes manométriques de R. Kœnig, sur l'analyse de la vibration aérienne. Nous avons songé à reprendre ces travaux à un point de vue un peu différent, en recherchant le rapport qui peut exister entre la forme de la vibration et les mouvements de l'organe phonateur.

» L'un de nous (¹), dans une étude récente, a été amené, par l'examen des sillons phonographiques, aux conclusions suivantes :

(¹) *La Parole d'après le tracé du phonographe*, par M. H. Marichelle, professeur à l'Institution nationale des Sourds-Muets de Paris; Delagrave, 1897.

» 1° Le timbre des voyelles ne paraît être essentiellement déterminé ni par la capacité de la cavité buccale faisant office de résonateur, ni par les mouvements de la langue en avant et en arrière, ni par le degré d'écartement des maxillaires ;

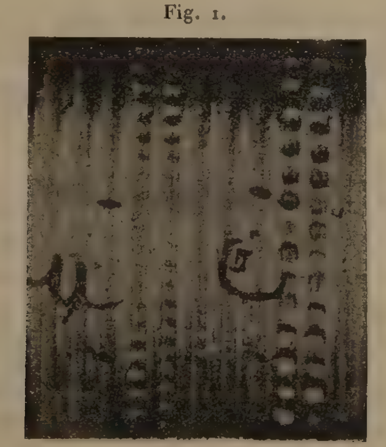
» 2° Les voyelles, ainsi que les consonnes, doivent leur timbre caractéristique au passage du souffle sonore à travers un où plusieurs orifices qui se forment dans la bouche, entre la langue et le palais, ou entre les lèvres ; ce canal affecte la même forme que celle qui est prise par les lèvres dans l'action de souffler ;

» 3° Pour la production et la différenciation des voyelles et des consonnes, l'orifice générateur dont il vient d'être question subit des modifications de deux ordres, relatives au degré d'ouverture et à la région de formation de cette sorte de *glotte buccale*.

» Nous avons essayé de compléter cette étude en fixant, par la photographie, les inscriptions phonographiques des sons vocaux. Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie une première série de ces photographies, qui, bien que très imparfaites encore, en raison des difficultés d'exécution, permettent du moins de faire ressortir les points suivants :

» 1° L'intensité du son diminue des voyelles ouvertes aux fermées correspondantes, quand on passe de *o* à *ou*, de *é* à *i*, de *e* à *u* (clichés 1, 2, 3, voir *fig.* 1) ;

Fig. 1.



Voyelles *u* et *e*.

» 2° Le nombre des vibrations partielles constituant chaque période augmente de la série postérieure (*ou, au, o*) (cliché 1) à la série moyenne (*u, eu, e*) (cliché 3), et à la série antérieure (*i, é, è*) (cliché 2) ;

» 3° D'une manière générale et à égalité d'effort de la part des parleurs qui ont été soumis à l'observation, les sons graves ont entamé moins profondément la cire que les sons aigus (cliché 4, voir *fig.* 2);

Fig. 2.



Voyelle *a* sur les notes ut_2 et ut_3.
Dans ce dernier enregistrement, la période est composée de cinq vibrations partielles.

» 4° Malgré les diverses influences qui agissent sur la forme de la période, telles que la hauteur musicale, l'intonation, l'intensité, la conformation individuelle de l'organe phonateur, toute voyelle se distingue des autres sons vocaux par un certain ensemble de caractères invariables, qui lui constituent une individualité propre.

» Il ne paraît donc pas impossible, en tenant compte de toutes ces influences diverses, d'arriver, au moyen du phonographe, à une représentation schématique des sons voyelles. Nous nous proposons d'élucider tout particulièrement ce point de notre étude.

» Indépendamment des recherches relatives à la détermination des voyelles, il n'est pas un cas de prononciation que l'on ne puisse étudier à l'aide du phonographe. Les variations de l'intonation et de l'accentuation, par exemple, se lisent clairement sur le cylindre. On observe ainsi que, dans l'émission de certains « Ah ! » exclamatifs, la voix parlée franchit rapidement plus d'une octave et demie. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'absorption des matières organiques par les racines*. Note de M. **Jules Laurent**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans ses *Recherches chimiques sur la végétation*, de Saussure indique que des pieds de Persicaire et de *Bidens cannabina*, plongés dans une solution de sucre, ont absorbé une quantité notable de cette substance. Cette expérience est souvent citée sans commentaires dans les Traités classiques, mais depuis Liebig on admet généralement, au contraire, que l'assimilation du carbone par les plantes vertes est due tout entière à la fonction chlorophyllienne, les composés organiques du sol intervenant uniquement par l'anhydride carbonique que fournit leur oxydation lente à l'air.

» Cependant les recherches de M. Duclaux, *Sur la germination dans un sol riche en matières organiques mais privé de microbes*, ont montré que si la caséine, le saccharose et l'amidon cuit ne sont pas modifiés par les racines de diverses Légumineuses, du moins certaines de ces substances peuvent être absorbées en faible proportion, et divers auteurs sont arrivés récemment à nourrir des Algues à l'aide de composés organiques ; aussi, sur les conseils de M. Gaston Bonnier, me suis-je proposé d'étudier, à ce point de vue, quelques autres végétaux. Mes premières expériences ont porté sur l'absorption du *glucose* et du *sucre interverti* par le Maïs, plante facile à cultiver dans les milieux liquides où son développement est assez rapide.

» Je me suis assuré tout d'abord que les graines de Maïs peuvent être immergées pendant deux heures dans une solution de bichlorure de mercure à 2^{gr} par litre, ou mieux pendant trois heures dans le sublimé acide (HgCl, 1^{gr}; NaCl, 1^{gr}; HCl, 5^{cc}; eau distillée, 1^{lit}) sans diminuer sensiblement leur pouvoir germinatif. Cette durée d'immersion est d'ailleurs suffisante pour une stérilisation complète des graines, comme j'ai pu le vérifier en les ensemençant dans divers liquides nutritifs : bouillon de viande additionné de glycérine et glucose, liqueur de Cohn, liqueur de Detmer et liqueur de Knop avec glucose.

» Les essais de culture du Maïs ont été entrepris avec la liqueur suivante, indiquée par Detmer : eau distillée, 1^{lit}; azotate de calcium, 1^{gr}; chlorure de potassium, $0^{gr},25$; sulfate de magnésium, $0^{gr},25$; phosphate monopotassique, $0^{gr},25$; perchlorure de fer, quelques gouttes d'une solution étendue. Le Maïs se développe *normalement* dans cette liqueur, et j'ai pu le conduire jusqu'à l'épanouissement complet des fleurs.

» La solution, additionnée d'un poids déterminé de glucose, est introduite dans un flacon à large ouverture de 350^{cc} environ. Un filet de soie, suspendu par des fils métalliques, est destiné à soutenir les graines. On stérilise à l'autoclave, puis on ensemence

deux graines de Maïs stérilisées et l'on recouvre d'une cloche à trois tubulures, préalablement lavée au sublimé et reposant, par trois supports, sur un plateau de verre. Des tampons de coton ferment toutes les ouvertures sans entraver le renouvellement de l'air. Les graines germent et la plante se développe vigoureusement, portant des feuilles d'*un vert beaucoup plus sombre* que celles d'un pied témoin cultivé sans matière organique.

» Lorsque les pieds de maïs ont atteint le sommet de la cloche, on prélève, à l'aide d'une pipette stérilisée, 1^{cc} à 2^{cc} de liquide, et on les ensemence sur gélatine, sur gélose ou sur bouillon de viande. Des fragments de racines sont également distribués dans divers milieux nutritifs. On s'assure ainsi de l'absence d'organismes inférieurs.

» J'ai employé également des flacons à deux tubulures dont l'une était occupée par un filet de soie, tandis que l'autre portait un tube de verre recourbé en siphon et fermé à son extrémité effilée pour permettre de soutirer une certaine quantité de liquide; le siphon se trouve amorcé par le passage à l'autoclave, et la première tubulure est seule recouverte d'une cloche.

» A la fin de l'expérience, je recueillais une partie du liquide dans un vase stérilisé qui était porté à l'étuve, et je m'assurais par une analyse que le poids de matière sucrée demeurait invariable malgré un séjour de trois semaines à la température de 20°.

» Enfin l'étude anatomique des racines ne m'a pas permis de mettre en évidence la présence de mycorhizes; on sait d'ailleurs qu'on n'en a jamais observé dans les cultures en milieux liquides.

» Le Tableau suivant résume quelques-uns des résultats obtenus :

1° *Culture avec glucose.*

	Poids de sucre absorbé.	Poids sec des deux plantules, tiges, feuilles et racines.
	gr	gr
	0,650	0,632
	0,049	0,085
	0,417	0,380
	0,203	0,330
	0,585	0,620

2° *Culture avec sucre interverti.*

	1,770	1,100
	0,080	0,190
	0,267	0,210
Témoin.	0,000	0,000

» On voit que *la quantité de sucre absorbée est en rapport avec le poids sec de la plantule*. Les cas où cette absorption est le plus faible, relativement au poids sec, correspondent aux expériences faites avec les graines du poids le plus fort, qui renfermaient des réserves plus abondantes; cette

particularité disparaîtrait probablement sur des cultures de plus longue durée.

» On peut remarquer, en outre, que *les matières sucrées absorbées sont utilisees* et qu'une grande partie doit être rejetée sous forme de gaz carbonique, puisque *leur poids peut atteindre ou même dépasser sensiblement le poids sec de la plante* (¹). »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les epoques favorables dans le traitement du black rot.* Note de M. A. PRUNET, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les expériences faites en France par MM. Prillieux et Lavergne, Viala et Ravaz, Fréchon et de l'Écluse, etc., en Amérique par MM. Galloway, Scribner, T.-V. Munson, etc., ont montré que les composés cupriques ont une efficacité réelle contre le black rot. Dans la pratique cependant les préparations à base de cuivre n'ont pas donné de résultats constants. A côté de succès certains il y a eu des échecs indéniables.

» Au cours de la mission que M. le Ministre de l'Agriculture a bien voulu me confier, j'ai pu constater qu'un certain nombre d'insuccès résultent incontestablement soit d'une mauvaise préparation des bouillies cupriques, soit de l'insuffisance du nombre des traitements ou des quantités de bouillie répandues à chaque traitement.

» Il en est toutefois pour lesquels de tels motifs ne sauraient être invoqués. C'est ainsi que beaucoup de viticulteurs parfaitement consciencieux ont perdu une portion plus ou moins considérable de leur récolte parce que, s'attachant surtout à protéger les parties de la souche qui avoisinent le fruit, ils n'avaient pas répandu de bouillie sur les extrémites des sarments. J'ai montré récemment (²) que de toutes les feuilles appartenant en propre à un sarment, les terminales, celles qui n'ont pas encore atteint leurs dimensions définitives, sont les seules qui soient douées de réceptivité pour le black rot. On comprend que les sarments ainsi traités devaient participer à toutes les invasions. Enfin, des échecs partiels plus ou moins importants sont dus à ce que les traitements n'ont pas été faits au moment propice.

(¹) Ce travail a été fait dans les laboratoires d'Histoire naturelle et de Bactériologie de l'École de Médecine de Reims.

(²) *Comptes rendus*, 2 novembre 1897.

» Il y a plusieurs années déjà que les viticulteurs des régions fortement black-rotées supposaient que certaines époques sont plus favorables que d'autres à la lutte contre le black rot. Dans les environs de Nogaro (Gers) en particulier, beaucoup de propriétaires de vignes exagéraient le nombre des traitements dans le but de rencontrer plus sûrement ces époques, d'ailleurs restées toujours mystérieuses.

» Pour étudier la question des époques de traitement, j'ai procédé de la façon suivante : 1° des parcelles de quatre à cinq sillons étaient traitées à des époques toujours différentes; 2° dans un ensemble de parcelles traitées aux mêmes époques, certaines parcelles recevaient des traitements supplémentaires; d'autres étaient privées de tel ou tel traitement. La même expérience portait au moins sur deux parcelles, le plus souvent sur trois.

» Les résultats constatés dans la vigne d'expériences ([1]) étaient comparés à ceux qu'obtenaient chez eux un certain nombre de propriétaires soigneux qui avaient bien voulu noter à mon intention les dates de leurs traitements.

» Dès la première invasion sérieuse des feuilles, celle du 18 mai, il paraissait certain qu'il existe des périodes pendant lesquelles les traitements présentent un maximum d'efficacité, ou même se montrent seulement efficaces. Dans toutes les parcelles ou vignes observées, les traitements effectués peu de jours avant ou après le 20 avril avaient seuls complètement préservé les feuilles de cette invasion. Les traitements exécutés les 12 et 13 avril avaient été bien moins efficaces; après le 29 avril, ils n'avaient plus eu d'effet. Des parcelles traitées deux fois seulement (20 avril et 12 mai) étaient indemnes, tandis que des parcelles voisines, traitées quatre fois (28 avril, 5, 12 et 17 mai), étaient sensiblement aussi frappées que les souches témoins n'ayant reçu aucun traitement. Trois vignes contiguës, situées à Monlezun, dans un foyer d'une extrême intensité et appartenant à trois propriétaires différents, MM. Bidouze, Lacave et Bousquet, avaient reçu en mai, à la même époque (du 8 au 12), un traitement. L'invasion du 18 mai fut très forte dans la vigne de M. Bousquet, qui n'avait pas eu de traitement antérieur; elle fut assez forte dans la vigne de M. Bidouze, préalablement traitée deux fois, les 12 et 29 avril; elle fut nulle dans la vigne de M. Lacave, traitée antérieurement une seule fois, le 21 avril. Ces exemples pourraient être multipliés.

» Vers le 20 avril, les pousses avaient cette année, en Armagnac, de 15^{cm} à 20^{cm} de longueur.

» Pour prévenir les invasions ultérieures, il y a eu également des époques spécialement favorables. Ces époques sont liées à des états de développement de la vigne, qui seraient d'une appréciation peu pratique s'ils

---

([1]) Située à Miselle, près de Nogaro (Gers), et appartenant à M. Goulard.

ne correspondaient à des stades très apparents de l'évolution du black rot, les invasions. Un traitement, fait immédiatement après une invasion, agit contre l'invasion suivante. Le maximum d'effet a été obtenu en traitant de deux à cinq jours après la période aiguë de l'invasion, soit cinq à huit jours après l'apparition des premières taches.

» C'est alors, en effet, que les organes jeunes vont se trouver en état de réceptivité pour l'invasion suivante; c'est alors aussi que les spores formées sur les parties atteintes sont mises en grand nombre en liberté. La substance cuprique recouvrira les jeunes organes au moment où ils sont aptes à être contaminés et où les causes de contamination sont les plus nombreuses.

» Les viticulteurs pourront toujours être avertis de l'existence d'une invasion par l'examen des vignes ou des parcelles qui sont, chaque année, plus particulièrement atteintes. Au besoin, quelques souches, servant de témoins, pourront être laissées sans traitement dans les parties de la vigne les plus contaminées.

» Si, pour une raison ou pour une autre, l'on n'avait pu faire un traitement en temps utile et qu'une invasion en résultât, un effeuillage pratiqué aussitôt que possible et suivi immédiatement d'un traitement cuprique, permettrait d'en atténuer largement les conséquences. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la construction rationnelle des moulins à meules métalliques*. Note de M. J. Schweitzer. (Extrait.)

« J'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur un système de moulins à meules métalliques, donnant tous les avantages des anciens moulins à meules de pierre, sans en présenter les inconvénients.

» Dans ces dernières années les meules de pierre ont été partiellement remplacées, pour la mouture des froments, par des appareils à cylindres, qui arrivent à produire l'écrasement du blé par une action de laminage de l'amande du grain. L'un des défauts de ce système est d'aplatir les cellules et d'éliminer ainsi, en même temps que le son, des substances nutritives que les hygiénistes considèrent comme essentielles.

» De nombreuses tentatives ont été faites pour utiliser le mode merveilleux de mouture par rotation de la meule, en remplaçant la pierre meulière par une meule en métal, donnant un travail plus régulier et plus parfait; mais leur réalisation pratique présentait de nombreuses difficultés.

» ... Il est aisé de formuler les conditions à remplir pour créer un moulin

à meules métalliques qui réponde aux conditions théoriques d'un travail parfait. Pour cela, il faut : . . . .

» 1° Que les meules soient établies suivant un plan horizontal ; 2° que le parallélisme exact des deux meules soit assuré et qu'elles soient maintenues d'une façon constante pendant la marche, soit qu'on les rapproche, soit qu'on les écarte ; 3° que ces meules soient munies de cannelures dont le profil soit approprié exactement au travail qu'elles sont destinées à exécuter.

» J'ai résolu ce problème en créant un système de moulins dont l'axe vertical plonge sur toute sa longueur dans une crapaudine pleine d'huile, afin de maintenir la meule d'une façon rigide dans le plan horizontal. Cet axe supporte la poulie motrice qui est en forme de cloche et porte une meule sur sa face supérieure. Par ce moyen, non seulement cette meule tourne suivant un plan déterminé et immuable, mais la force motrice est utilisée entièrement sur la poulie réceptrice, au point même de son application, par conséquent entièrement dépensée en travail utile.

» Pour obtenir le parallélisme exact des meules, j'ai fixé la meule gisante supérieure sur un plateau formant couvercle, tourné exactement au diamètre correspondant à l'alésage du bâti, de façon à ce qu'il soit guidé et puisse télescoper dans celui-ci.... . . . .

» Si l'on considère l'extrême ténuité de la farine qu'il s'agit d'obtenir sans contact des meules, on comprendra les raisons qui m'ont déterminé à assurer ce parallélisme d'une manière absolue.

» En troisième lieu, ayant déterminé les lois qui régissent l'action des cannelures des meules sur le grain, j'ai établi : 1° leur direction plus ou moins oblique par rapport au rayon ; 2° leur profondeur et leur largeur relatives ; 3° l'angle d'inclinaison du plan formant l'arête travaillante.

» On peut, avec ces meules, effectuer avec une précision remarquable toutes les opérations de mouture, granulation, décortication ou pulvérisation : notamment le fendage longitudinal du blé, sa mouture graduelle en farines granulées conservant la forme naturelle des cellules du grain et renfermant ainsi l'intégralité des matières nutritives, phosphatées et diastasées, contenues dans l'amande. Cette farine est obtenue sans échauffement nuisible. . . . .

» On peut également obtenir, avec une précision qui n'avait pas encore été atteinte, la décortication des grains et graines fourragères, du riz, du café, etc., ainsi que le dégermage du maïs pour en éliminer les matières grasses avant son emploi en distillerie, brasserie, etc.... »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'analyse des silicates.* Note de M. A. LECLÈRE, présentée par M. Michel Lévy.

« La principale difficulté de l'analyse des silicates tient au passage de la silice par l'état gélatineux. On sait que l'évaporation à sec à laquelle on a ensuite recours expose à l'entraînement partiel des bases dans le résidu.

» Les analogies qui existent entre le silicium, le titane et l'étain conduisent à supposer qu'il est possible d'obtenir directement la silice à l'état insoluble en attaquant par l'acide nitrique suffisamment concentré un silicate qui ne soit pas susceptible de s'hydrater pendant sa décomposition.

» Nous avons constaté qu'on obtient ce résultat en fondant d'abord les silicates naturels avec de l'oxyde de plomb : cette base forme, à une température modérée, des composés très fusibles avec tous les éléments des silicates, et retient les alcalis par une affinité bien caractérisée.

» On a indiqué que sa présence n'est pas compatible avec la conservation des vases en platine. Nous avons vérifié qu'on évite toute altération du platine : 1° en employant l'oxyde de plomb pur préparé comme il est indiqué plus loin; 2° en opérant la fusion dans un moufle de coupellation et en évitant absolument tout contact du platine avec la flamme du gaz d'éclairage.

» Le silicate porphyrisé est mélangé avec l'oxyde de plomb. La proportion d'oxyde convenable pour l'attaque d'une argile réfractaire est de trois fois le poids du minéral. La présence des alcalis permet de réduire au besoin cette proportion. Le volume total reste d'ailleurs toujours faible. Nous employons une capsule de 40^{mm} pesant 4^{gr} et munie d'un couvercle. La fusion dans un moufle, à la température du rouge orangé, dure environ une demi-heure. On peut la prolonger en ajoutant au besoin de l'oxyde de plomb si le silicate n'a pas été réduit en poudre très fine. On obtient un émail liquide qui se solidifie en se détachant du platine si l'on refroidit brusquement le fond de la capsule munie de son couvercle pour obvier aux pertes par décrépitation.

» L'émail se décompose complètement dans un mélange d'au moins dix fois son poids, formé par parties égales d'acide nitrique ordinaire et d'acide nitrique fumant. L'attaque s'effectue à froid, ou mieux vers 40°. Elle dure une heure si l'on a pulvérisé l'émail, elle se prolonge au contraire si l'on opère sur des fragments de fortes dimensions. Elle peut, dans ce cas, exiger un jour ou deux. Elle se termine toujours complètement et laisse un résidu composé de nitrate de plomb et de silice hydratée complètement insoluble.

» Il ne reste plus qu'à étendre avec de l'eau bouillante qui dissout le nitrate de plomb et à recueillir la silice sur un filtre. On s'assure de la fin du lavage en approchant une

baguette trempée dans du sulfhydrate d'ammoniaque et l'on pèse la silice après une calcination qui doit être faite à température très élevée. La matière calcinée est hygroscopique.

» L'hydrate insoluble obtenu par cette méthode retient environ 10 pour 100 d'eau lorsqu'on le sèche vers 100°. Si l'on opère sur de la silice pure et si l'on prépare l'émail en plaquettes assez minces pour éviter le gonflement sous l'action de l'acide, on obtient des lamelles qui présentent très nettement les colorations de l'opale après la dissolution du nitrate de plomb et la dessiccation.

» La liqueur acide contenant les nitrates est concentrée pour enlever l'excès d'acide nitrique, puis additionnée d'alcool. On ajoute alors de l'acide chlorhydrique en quantité un peu plus que suffisante pour précipiter le plomb qui se sépare immédiatement. La liqueur alcoolique laisse par évaporation un résidu sur lequel le dosage des bases peut être poursuivi par les méthodes de Sainte-Claire Deville et de M. Schlœsing.

» L'oxyde de plomb pur peut être préparé ainsi qu'il suit :

» Dans une dissolution à 15 pour 100 d'azotate de plomb pur du commerce, on verse une solution saturée d'acide oxalique renfermant environ 3 pour 100 d'acide nitrique. Il se forme immédiatement un précipité très dense d'oxalo-nitrate de plomb. Les impuretés restent dans la liqueur acide. On sépare le précipité, on le sèche à l'étuve et on le calcine au-dessous du rouge sombre dans une capsule de porcelaine. On en prélève le quart environ, qu'on imbibe d'acide nitrique et qu'on mélange à la matière pulvérulente. En continuant la calcination, on obtient un minium en poudre très fine qui constitue le réactif convenable pour l'attaque des silicates. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Sur quelques circonstances particulières qui paraissent avoir accompagné la chute d'une météorite le 9 avril 1891 à Indarck, en Transcaucasie.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« J'ai eu récemment l'occasion, à la suite d'une excursion dans le gouvernement d'Elisabethpol, d'obtenir pour la collection du Muséum un petit échantillon de la météorite d'Indarck et de recueillir des témoignages qui viennent modifier les notions acceptées jusqu'ici sur les circonstances de la chute d'après une publication de feu M. Siemarchko. Et d'abord, des raisons très sérieuses conduisent à substituer la date du 9 avril à celle du 7 avril; en second lieu, la trajectoire du bolide était dirigée ouest-sud-ouest à est-nord-est et non pas sud-ouest à nord-est. Mais le point le plus intéressant paraît concerner la température de la pierre à son arrivée sur le sol.

» Cette masse de près de 27^{kg} est tombée sans se briser et a pénétré de 18^{cm} dans le sol, en brûlant l'herbe autour d'elle sur un rayon de 10^{m}. Le Soleil venait de se coucher, et d'après le renseignement qu'a bien voulu me fournir M. Lœwy, directeur de

l'Observatoire, avec une grande obligeance dont je le remercie, le coucher du Soleil à Elisabethpol a lieu le 9 avril à $6^h 50^m$ du soir. Or, les témoins assurent qu'étant venus pour extraire le bloc un peu avant le jour (c'est-à-dire avant $5^h 34^m$ du matin, soit dix heures environ après le phénomène), ils trouvèrent la météorite encore si chaude qu'il leur fut impossible d'y toucher avec la main. Ils se servirent de bâtons, et c'est dans un manteau qu'ils la portèrent à leur cabane.

» Une pareille durée de l'échauffement de cette masse de 27^{kg} doit faire supposer qu'elle a été, par le fait de la perte brusque de sa force vive, portée à une température très élevée. Or, étudiée chimiquement comme je viens de le faire, elle manifeste en effet des caractères attribuables à l'application d'une forte chaleur sur certaines roches météoritiques qui nous sont bien connues. Elle est complètement noire, et ce n'est qu'au microscope, par l'examen de lames minces, qu'on y reconnaît la présence d'un minéral incolore, du groupe des pyroxènes. A ce titre, elle contraste de la manière la plus complète avec la matière des météorites *grises* si fréquentes et dont on peut prendre comme type la *montréjite*. Or j'ai montré que, si l'on chauffe cette montréjite au rouge pendant quelque temps, on la rend complètement noire, par une espèce de métamorphisme : elle prend alors exactement les caractères de la pierre d'Indarck. Si celle-ci, en arrivant sur le sol, avait par hypothèse présenté les caractères de la montréjite, il serait impossible que l'échauffement intense qu'elle a subi pendant de longues heures n'ait pas suffi pour en faire la roche noire qui a été recueillie.

» Il importe d'ailleurs de remarquer que l'admission de cette transformation, par échauffement atmosphérique, n'affaiblit pas la notion du métamorphisme météoritique qui est parfaitement établie. Par exemple, on ne peut méconnaître que c'est alors qu'ils ont été empâtés dans le fer métallique qui les cimente ensemble, et bien avant la chute sur le sol, que les fragments de la roche pierreuse de la météorite de Déesa ont été transformés métamorphiquement, car ce fer contient, à l'état d'occlusion, une quantité d'hydrogène que l'échauffement sur le sol eût fait disparaître. De même, nous retrouvons la roche métamorphique en petits fragments dans des conglomérats polygéniques (comme la météorite de Parnallée) en association avec des éclats d'autres roches qui n'ont aucunement été modifiés. Mais il se pourrait, à la rigueur, que la couleur noire de la météorite de Tadjera (9 juin 1867) lui provînt, comme celle de la météorite d'Indarck, d'un échauffement contemporain de la chute; car on a raconté que la mé-

téorite algérienne a creusé, en arrivant sur le sol, un sillon de 1^{km} de longueur.

» A cette occasion, il est certain qu'il reste des éclaircissements à fournir, quant à l'échauffement, si inégal d'un cas à l'autre, que la traversée atmosphérique communique aux diverses météorites. Tandis qu'un certain nombre de celles-ci sont, au bout de peu de temps, d'un contact possible à la main, d'autres restent brûlantes pendant des heures.

» C'est ainsi que plusieurs des pierres tombées à Knyahinya, en Hongrie (9 juin 1866), ramassées *immédiatement* après leur chute, étaient seulement « tièdes comme des pierres chauffées par le Soleil ». Une pierre de 600^{gr}, tombée à Aldsworth, en Angleterre (4 août 1835), et ramassée aussitôt, n'était pas chaude. Après une demi-heure, la pierre d'Erxleben (15 avril 1812), malgré son poids de 2^{kg}, était froide; et après une demi-heure aussi celle de Werchne-Tschirskafa-Stanitza, en Russie (30 octobre 1843), qui ne pesait pas moins de 8^{kg}, était dans le même cas.

» A l'inverse, après une heure et demie de repos sur le sol, une pierre pesant 2^{kg}, tombée à Dorominsk, en Sibérie (25 mars 1805), était encore trop chaude pour qu'on pût la prendre. C'est seulement après deux heures qu'il fut loisible de toucher la pierre de 3^{kg} tombée à Mooresport, en Irlande (août 1808). Une pierre de 10^{kg}, tombée à Gross-Divina, en Hongrie (24 juillet 1837), était encore très chaude après une demi-heure. Il en fut de même pour la pierre de Wessely, en Moravie (9 septembre 1833).

» Du reste, même quand elle est intense, la chaleur des météorites paraît, en général, exclusivement localisée à leur surface. Ainsi à Orgueil (Tarn-et-Garonne) (14 mai 1864), un paysan voulant prendre une des pierres tombées dans son grenier se brûla fortement la main, et cependant, au-dessous de la très mince écorce en partie vitrifiée qui la recouvre, la météorite d'Orgueil présente une substance extraordinairement altérable par la chaleur; il suffit de la chauffer dans un tube de verre, sur une lampe à alcool, pour la décomposer profondément. De même, les météorites pierreuses les plus poudreuses, et qui sont d'un gris clair, sont enveloppées d'une couche noire de quelques dixièmes de millimètre d'épaisseur, qui témoigne par sa couleur sombre que seule elle a été échauffée. Cela est frappant, même sur des échantillons n'ayant en volume qu'une fraction de centimètre cube, comme en a fourni, par exemple, la chute de Hessle, en Suède (1er janvier 1869), et qui sont restés parfaitement blancs

dans la croûte noire qui les revêt de toutes parts. Et le fait se continue même pour des masses très conductrices de la chaleur, telles que les blocs de fer métallique. Sur ceux-ci encore, s'étend une très mince écorce fondue et oxydée (exemple : fer de *Braunan*); mais, immédiatement au-dessous, le métal a conservé, à l'état d'occlusion, des gaz qu'un échauffement relativement faible suffirait à lui faire perdre.

» Ces singularités s'expliquent, sans doute, par la température extraordinairement basse des parties internes des masses météoritiques : ce n'est que le froid de l'espace interplanétaire dont elles sont imprégnées. On n'en peut citer de meilleur exemple que la pierre de Dhurrusalla, Indes (14 juillet 1860), dont les fragments recueillis immédiatement après la chute et tenus dans la main pendant un instant étaient tellement froids que les doigts en étaient transis. D'un autre côté, dans son intéressante étude sur les météorites tombées à Alfianello, près de Brescia, en Italie (16 février 1883), M. Bomlicci note que la surface d'une cassure faite aussitôt se montra extrêmement froide (*freddissimo*).

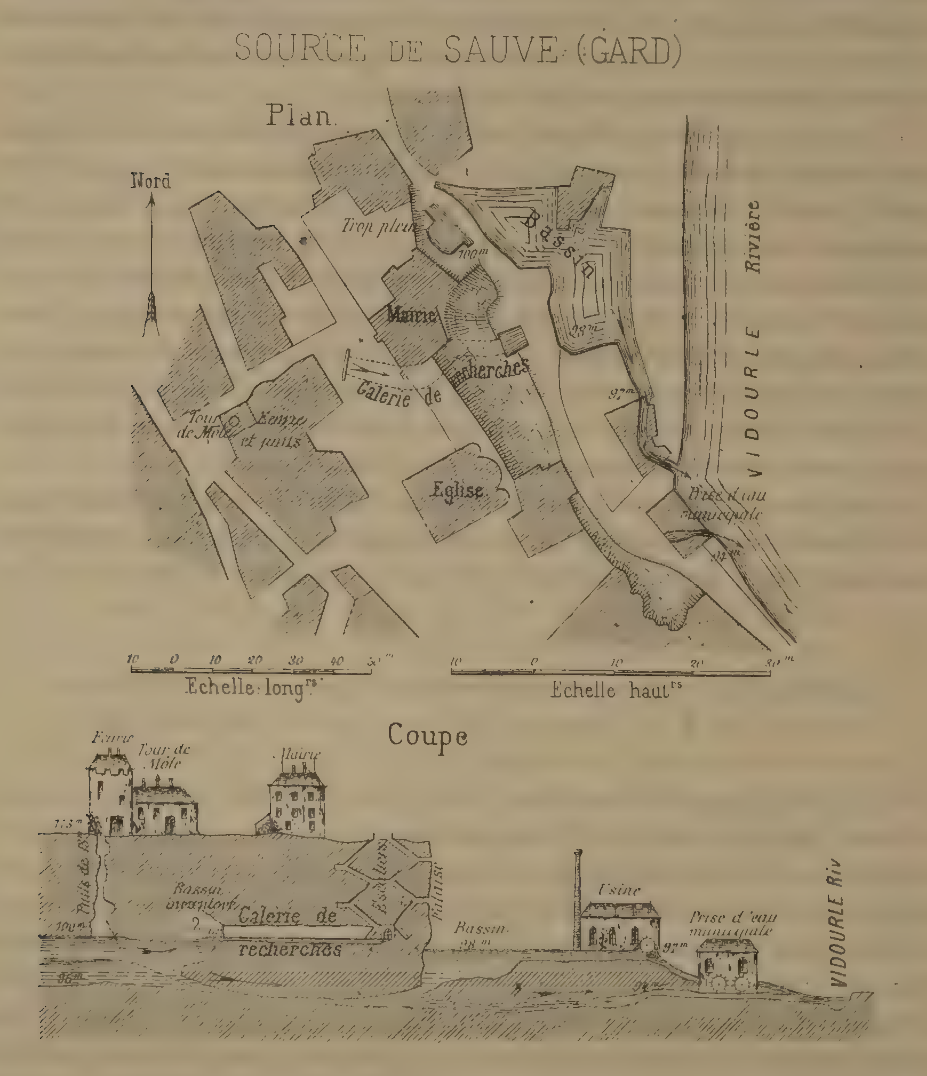
» En présence des questions qui restent encore à élucider, concernant la température des météorites, on reconnaîtra, je pense, que les notions procurées par la pierre d'Indarck ont un incontestable intérêt. »

HYDROLOGIE. — *Sur la contamination de la source de Sauve (Gard).* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« J'ai déjà appelé l'attention, à diverses reprises (*Comptes rendus*, 21 mars 1892, 13 janvier et 16 novembre 1896), sur le danger permanent de pollutions malsaines, auquel se trouvent exposées la plupart des sources des terrains calcaires, par suite de la fissuration de ces terrains (où les eaux *suintent* à travers les fentes des rochers, au lieu d'*imbiber* leur masse par porosité), et à cause de la funeste habitude qui consiste à précipiter les cadavres d'animaux dans les plus larges de ces fissures (avens) ou à laisser pénétrer les ordures dans les plus étroites. Une récente expérience pratique, faite avec la collaboration de MM. A. Viré et P. Faucher, a mis une fois de plus en lumière les graves conséquences de cette incurie et le peu de sécurité que présentent les calcaires, au point de vue de la filtration des eaux potables.

» La petite ville de Sauve (environ 2500 habitants), entre Nîmes et le

Vigan (Gard), est alimentée uniquement par une source, dont le débit est d'environ 1^{mc} par seconde à l'étiage, et devient beaucoup plus considérable après les grandes pluies. Cette source est parfaitement insalubre.



» Au bord même et sur la rive droite du capricieux torrent du Vidourle, elle sort, par quatre bassins ou orifices siphonnants (impénétrables par conséquent), échelonnés entre 94^{m} et 100^{m} d'altitude, au pied d'une falaise de 15^{m} environ de hauteur; cette falaise est l'escarpement d'un plateau de calcaire (jurassique supérieur), qui porte les maisons de Sauve

au-dessus même de la source. Or, sur ce plateau, à 85^m à l'ouest des sorties de l'eau souterraine, une ancienne construction, dite *Tour de Môle*, sert aujourd'hui de hangar et d'écurie, et renferme un puits, dont l'orifice seul est artificiel, par 113^m d'altitude. L'intérieur de ce puits est une diaclase naturelle, un petit aven, profond de 13^m, terminé par une salle d'environ 7^m de longueur sur 3^m de largeur. En descendant dans cette salle, j'en ai trouvé le bas entièrement occupé par un bassin d'eau, profond de 5^m, et sans autres issues que des fissures trop étroites pour livrer passage à un homme. Au magnésium, j'ai vu l'eau fort sale et, sans doute possible, contaminée par les ordures de l'écurie et de la tour, qui s'y infiltrent couramment à travers les 13^m d'une roche fendillée de toutes parts.

» On ignorait si ce bassin était une poche isolée, ou bien une portion des réservoirs naturels de la source.

» Accrédité à cet effet par le Ministère de l'Agriculture, j'y ai jeté, le 27 septembre 1897, à 8^h45^m du matin, 250^{gr} de *fluorescéine* en poudre. Entre une heure vingt minutes et une heure quarante-cinq minutes plus tard, soit de 10^h5^m à 10^h30^m, les quatre déversoirs-siphons de la source se sont successivement colorés de la belle teinte verte, si caractéristique, de la fluorescéine.

» L'expérience était décisive et la population de Sauve fort effarée. Car cette petite ville est souvent décimée, paraît-il, par des épidémies; les choléras de 1835 et 1884 et la fièvre typhoïde y ont fait beaucoup de victimes.

» Il est évident que la cause en doit être cherchée dans la contamination de la source. Mais l'écurie de la Tour de Môle n'est pas seule responsable de cette contamination. Les canaux souterrains, naturels, dont une petite portion s'est ainsi révélée à nous, passent justement sous toute la ville; aussi, toutes les immondices se trouvent-elles, à la moindre pluie, introduites dans les fissures du sol et drainées par la fontaine, transformée alors en collecteur. On peut donc dire que, dans une certaine mesure, les habitants de Sauve boivent leur propre égout!

» Il serait temps que l'on s'inquiétât officiellement, en présence d'une constatation aussi péremptoire, de rechercher quelles sont, en France, les sources trop nombreuses qui se présentent à ce point dangereuses pour la santé publique, et auxquelles on accordait jusqu'ici une confiance imméritée. L'enquête à instituer en ce sens ne présenterait aucune difficulté d'exécution, grâce aux moyens d'investigation souterraine que l'on possède

maintenant; il est certain que l'on parviendrait ainsi à supprimer un grand nombre de foyers d'infection non soupçonnés.

» Pour Sauve, ma conclusion formelle est que la source doit être condamnée, en ce qui touche du moins les usages alimentaires.

» Il paraît d'ailleurs que le remède se trouve à côté du mal, et que, au-dessus de la ville, il existe, dans le *château russe*, un puits qui pourrait, jusqu'à un certain point, remplacer la fontaine. Il aboutirait à une citerne naturelle de $7^{m},75$ de profondeur, d'où, au plus fort des sécheresses, on aurait pompé de grandes quantités d'eau, sans que le niveau baissât d'une ligne. L'altitude de ce réservoir atteste qu'il est indépendant de ceux de la source. La ville de Sauve devrait donc s'assurer la propriété de ce puits et, sous réserve de l'analyse et de l'abondance de son débit, en tirer une ressource au moins partielle pour son approvisionnement d'eau potable.

» La source, risque perpétuel d'épidémies microbiennes ou d'empoisonnements ptomaïques, ne serait plus utilisée que pour les besoins industriels et les usages étrangers à la consommation. »

M. F. **Garrigou** adresse, par l'entremise de M. Potain, deux radiographies de thorax, d'une netteté particulière :

« La première, qui présente une projection très nette du cœur, a permis, de plus, par comparaison avec des observations radioscopiques antérieures, de constater la disparition complète de taches qui, d'accord avec les résultats de l'auscultation et de la percussion, décelaient des condensations de la partie supérieure des deux poumons.

» La seconde est un exemple d'application utile de la radiographie à la médecine légale. Elle a servi à établir, d'une façon incontestable, la réalité d'une fracture des côtes et de l'omoplate, qui, ayant eu lieu un an auparavant, était actuellement consolidée et n'aurait pu être autrement démontrée. »

M. A. **Piéplu** adresse une « Théorie des tremblements de terre et des volcans ».

M. **Blaire** adresse une étude sur l'énergie et la matière.

M. Vial adresse un complément à sa Communication précédente sur la dissymétrie.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 novembre 1897.

Deuxième Congrès international de Chimie appliquée, organisé sous le patronage du Gouvernement français par l'Association des Chimistes de Sucrerie et de Distillerie de France et des Colonies, et réuni à Paris, du 27 juillet au 5 août 1896, sous la présidence de M. Berthelot, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Paris, 1897; 5 vol. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Les Lacs français, par André Delebecque, Ingénieur des Ponts et Chaussées. Ouvrage couronné par l'Académie des Sciences. Paris, Chamerot et Renouard, 1898; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Les végétaux et les milieux cosmiques (adaptation, évolution), par I. Costantin, Maître de Conférences à l'École Normale supérieure. Paris, F. Alcan, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaston Bonnier.)

Électricité et Magnétisme terrestre. Théorie de N.-R. Brück appliquée à la Physique du globe, à la Météorologie, aux incendies et au grisou, par le Lieutenant-Colonel A. Doneux. Paris, 1894; 3 vol. in-12.

Karl Weierstrass, par M. d'Ocagne, Professeur à l'École des Ponts et Chaussées, etc. (Extrait de la *Revue des questions scientifiques*. Octobre 1897.) Louvain, Polleunis et Ceuterick, 1897; in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Électrochimie, production électrolytique des composés chimiques, par Ad. Minet, Ingénieur-Chimiste. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1 vol. in-12.

La Loi du trapèze, par I. Charbonnel, Ingénieur des Ponts et Chaussées. Commercy, Cabasse, 1897; 1 broch. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques et physiques élémentaires, publié sous la direction de B. Niewenglowski, Docteur ès Sciences, etc. Rédacteur en chef : L. Gérard, Docteur ès Sciences, etc. N° 4. 15 novembre 1897. Paris, 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)